

**VERGLEICHENDE THERMOGRAPHISCHE UNTER-
SUCHUNGEN BEI VERDACHTSDIAGNOSE:
AKUTE APPENDICITIS**

von
Gustav Braun
aus
Günzburg

1977 № 3 02



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546228_0111

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

**VERGLEICHENDE THERMOGRAPHISCHE UNTER-
SUCHUNGEN BEI VERDACHTSDIAGNOSE:
AKUTE APPENDICITIS**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Gustav Braun
aus
Günzburg

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereiches Medizin der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan : Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent : Priv.-Doz. Dr. E. Mühe

Korreferent : Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 2. 8. 1977

Ich danke

Herrn Prof. Dr. G. Hegemann

für die großzügige Überlassung des Themas,
Herrn Oberarzt Priv.-Doz. Dr. E. Mühe für
die zuvorkommende und stets hilfsbereite
Betreuung und Unterstützung.

I. EINLEITUNG	1
II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	2
a) Patientengut	2
b) Prinzipien und praktisches Vorgehen bei den einzelnen Methoden	2
1. Prinzip der Infrarotkamera	2
2. Prinzip der Cholesterinmischkristalle	7
3. Prinzip der Plattenthermographie	14
4. Prinzip des Thermoelements	18
c) Eigene Ergebnisse	28
1. Voruntersuchungen	28
2. Ergebnisse am Patientengut	30
3. Ergebnisse mit den verschiedenen Methoden	88
III. DISKUSSION	90
a) Allgemeine Wärmephysiologie	92
b) Entwicklung der Thermographie	93
c) Vor- und Nachteile der einzelnen Me- thoden	94
1. Thermoelement	94
2. Thermofolie	95
3. Infrarotkamera	97
4. Cholesterinkristalle	100
IV. ZUSAMMENFASSUNG	101
LITERATURVERZEICHNIS	103
PATIENTENLISTE	106

I. EINLEITUNG

Die Appendicitis ist die häufigste abdominal-chirurgische Erkrankung.

Eine richtige präoperative Diagnose ist auch heute nur selten möglich.

Diagnostische Hilfsmittel wie Anamnese, rectale und axilläre Temperaturdifferenz, Leukozyten und Urinstatus sind nicht verlässlich und nur als zusätzliche Maßnahmen zu verstehen. Die klinische Notwendigkeit der Appendektomie im Frühstadium muß alleine nach dem Schmerzbild und dem Palpationsbefund geprüft werden. Verlaufsbeschwerden könnten zu einer Gangrän oder Perforation führen, sie widersprechen dem Prinzip der Frühoperation mit der geringen OP-Sterblichkeit.

Von dem Gedanken ausgehend, daß es heute durch Infrarotkamera, Thermofolie, Cholesterinmischkristalle und fühlerlose Temperaturmeßgeräte möglich ist, Temperaturdifferenzen von weniger als $1/10^{\circ}$ Celsius zu messen, war es die Aufgabe dieser Untersuchung zu prüfen, ob man anhand einer höheren Temperatur über der entzündeten Appendix gegenüber der gesamten Umgebung die Diagnose sichern kann.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a) Patientengut

Vom 6.9.1976 bis zum 16.11.1976 wurden insgesamt 78 Patienten, die mit Verdacht auf akute Appendicitis in die Poliklinik der Chirurgischen Universitätsklinik kamen, thermographiert. Davon wurden 50 Patienten wegen dringenden Verdachtes auf akute Appendicitis operiert.

Insgesamt waren es 38 weibliche und 40 männliche Patienten.

Von den 50 Operierten waren 22 weiblich und 28 männlich.

Der jüngste Patient war 4 Jahre alt, der älteste Patient 86 Jahre alt.

Einige der nichtoperierten Patienten wurden in die Frauenklinik oder auch in die urologische Abteilung überwiesen.

Alle 78 Patienten wurden von mindestens 2 diensthabenden Ärzten untersucht, im Zweifelsfalle wurde der Patient zu einer zweiten Leukozytenkontrolle wieder einbestellt.

b) Prinzipien und praktische Vorgehen bei den einzelnen Methoden

1. Prinzip der Infrarotkamera (Abb. 1-4)

Die strahlende Hautoberfläche ⁶⁾ wird durch ein System von oszillierenden und rotierenden Spiegeln in horizontaler und vertikaler Rich-

tung punktförmig mit hoher geometrischer Auflösung abgetastet. Die aufgenommene Infrarot-Strahlungsintensität wird durch einen Indiumantimonid-Detektor in eine Signalspannung umgewandelt, die anschließend elektronisch verstärkt wird.

Das Muster der Temperaturverteilung wird auf einem Bildschirm abgebildet und kann nach Vorschaltung verschiedener Farbfilter (Abb.1) abgeleitet werden. Leider wird auf dem Bildschirm nur ein Schwarz-Weiß-Bild abgebildet, so daß man zwar wärmere Zonen von kälteren unterscheiden kann, jedoch nicht einzelne Wärmeabstufungen. Dies ist erst möglich, wenn der Film entwickelt ist, weil erst dann durch die einzelnen Farbabstufungen die unterschiedlichen Wärmezonen dargestellt und zu erkennen sind.

Die Reihenfolge der einzelnen Farben ist mit zunehmender Temperatur:



Abb. 1: dkl. hell grün vio- rot weiß
 blau blau lett gelb

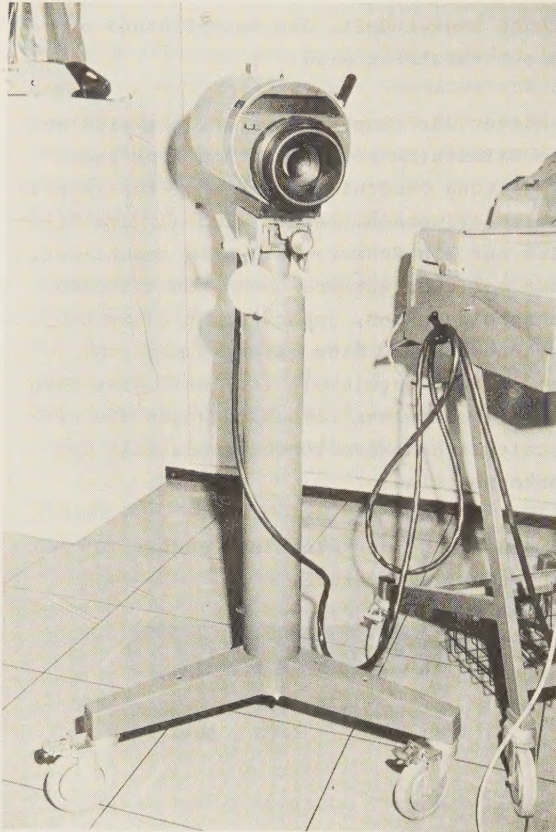


Abb. 2: Vorderansicht der Infrarotkamera
(AGA Thermovision Modell 551) *

(Wir danken Herrn Prof. Ober für die Zur-Verfügungstellung der Kamera, die von der Deutschen Forschungsgesellschaft gestiftet wurde)

* AGA Infrared Systems AB S - 181 Lidingö,
Schweden

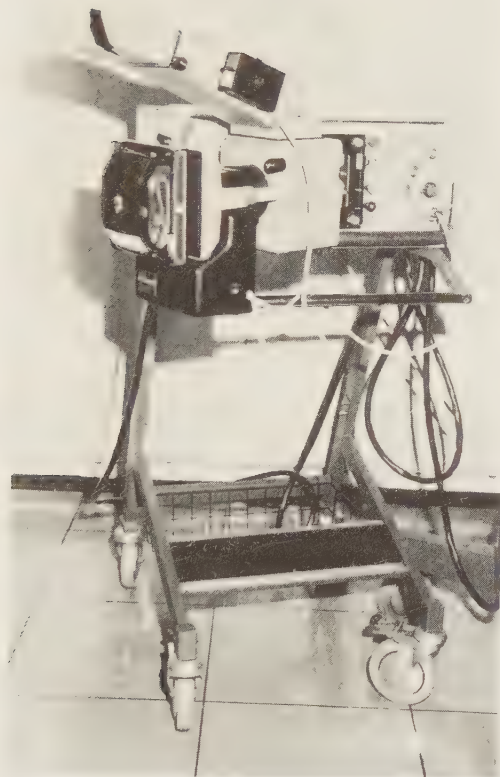


Abb. 3: Aufgeklapptes Fotogerät
Rechts Schaltpult des Elektronik-
teils



Abb. 4: Rückansicht des Elektronik-
anteils

Praktisches Vorgehen mit der Infrarotkamera

Die thermographische Untersuchung mit der Infrarotkamera gestaltete sich dadurch schwierig, als dieses Gerät in der Universitäts-Frauenklinik stand. Daher kamen nur Patienten in Frage, denen der Weg bis dorthin zuzumuten war.

Erschwert wurde diese Untersuchung dadurch, daß die Patienten mindestens 10 Minuten mit entkleidetem Bauch in einem gekühlten Raum vor der Infrarotkamera stehen mußten.

Ein Patient mußte während der Abkühlungszeit erbrechen, ein weiterer Patient mußte wegen eines bevorstehenden Kreislaufkollapses wieder zurück in die Chirurgische Klinik gebracht werden.

Nachdem die Kranken, wie oben schon erwähnt, im Stehen ihre freie Bauchdecke mindestens 10 Minuten abgekühlt hatten, wurden mehrere Farbfotos gemacht, unter Veränderung der Aufnahmegröße und unterschiedlicher Darstellung der Temperaturunterschiede.

2. Prinzip der Cholesterinmischkristalle

Bei den Flüssigkristallen, die beim Schmelzen organischer kristalliner Verbindungen oder bei ihrem Lösen in einem polaren Lösungsmittel wie z.B. Wasser entstehen, differenziert man drei Untergruppen, nämlich die smektischen, nematischen und die cholesterinischen.

Für unsere Zwecke ist nur die cholesterinische Phase von Bedeutung.

Der Name für diese Gruppe wurde deshalb gewählt,

weil viele Derivate des Cholesterins die für diese Untergruppe charakteristischen Eigenschaften zeigen.

Die cholesterinische Phase bildet eine dreidimensionale Struktur aus. Senkrecht zu den Vorzugsrichtungen der Moleküllängsachsen sind darüberliegende Moleküle gleichsinnig zueinander versetzt angeordnet, so daß schraubenartige Strukturen entstehen ²⁾ (Abb. 5).

Die Ganghöhe einer solchen Schraube beträgt 0,1 bis 10 μm , sie ist substanz- und temperaturabhängig und wird außerdem leicht durch elektromagnetische Felder, Fremdmoleküle und andere Einflüsse verändert.

Die helixartige Struktur cholesterinischer Flüssigkristalle bedingt eine charakteristische Beeinflussung des Lichtes beim Durchgang:

Nahe der Umkehr des Drehsinnes wird unpolarisiertes Licht, also Tageslicht, in zwei entgegengesetzt circularpolarisierte Lichtstrahlungen aufgespalten, von denen die eine reflektiert wird, während die andere durch die cholesterinische Schicht hindurchgeht (Abb. 6).

Die selektive Lichtreflexion tritt in einem relativ schmalen Wellenlängenbereich auf und ist von der Ganghöhe der Schrauben abhängig. Da die Ganghöhe ihrerseits wiederum temperaturabhängig ist, können mit diesem Effekt Temperaturen an Oberflächen gemessen werden.

Zusätzlich muß jedoch der Untergrund geschwärzt werden, damit Licht, das nicht in der cholesterinischen Schicht reflektiert wurde, absorbiert wird ²⁾.

Die Reihenfolge der mit zunehmender Temperatur auftretenden Farben ist dieselbe wie bei der Thermofole:

schwarz, braun, gelb, grün, blau, dunkelviolett.



Abb. 5: Wahrscheinliche molekulare Anordnung der Cholesterinester (2)

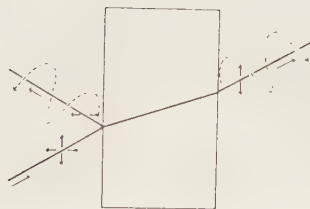


Abb. 6: Brechungsverhältnisse der Cholesterinester

Praktisches Vorgehen beim Auftragen der Cholesterinmischkristalle direkt auf die Bauchdecken

Dieses Verfahren wurde nur bei einem Patienten angewandt, außerdem zur Darstellung der Methode bei mir selbst.

Zunächst mußte eine Grundierungsmasse aufgetragen werden. Bis diese kunststoffartige Masse aushärtete, vergingen 30 Minuten (Abb. 7). Danach wurde mit dem Pinsel Chinatusche aufgetragen (Abb. 8). Nach einigen Minuten konnten die eigentlichen Cholesterine aufgetragen werden (Abb. 9 - 12).

Von der farblichen Trennschärfe her war dieses Verfahren dem der Thermofolie weit unterlegen, vom technischen Aufwand her in der Klinik unbrauchbar. Diese Mängel wurden auch durch das direkte Auftragen der Cholesterine nicht wettgemacht.

Wir danken Herrn Professor Kelker ⁽⁺⁾ für die Herstellung der Grundierungsmasse, sowie der Zusammenstellung der Cholesterinmischkristalle, die einmal einen Anzeigebereich von 30° - 34° und 34° - 37° besaßen.

(+) Fa. Hoechst AG, Frankfurt/Main



Abb. 7: Bauchdecke mit aufgetragener Grundierungsmasse

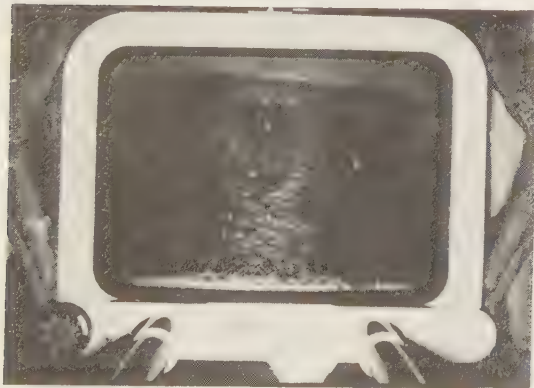


Abb. 8: Bauchdecke mit aufgepinselter Chinatusche



Abb. 9: Rechte Bauchhälfte mit aufgetragener Cholesterinmischung:
Bereich 34 - 37 Grad
Ohne Abkühlung ist die Bauchdecke gleichmäßig erwärmt.



Abb. 10: Linke Bauchhälfte nach Abkühlung mit dem Föhn: Man erkennt die weiße Eigenfarbe der Cholesterinmischkristalle, die von der Reflexion des Blitzlichtes und der zu dick aufgetragenen Schicht herrührt.

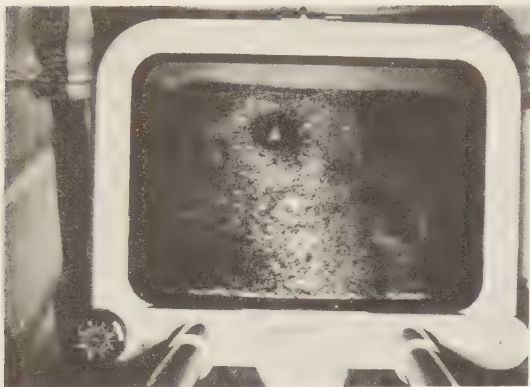


Abb. 11: Linke Bauchdecke nicht abgekühlt
Linke Bauchhälfte mit aufgetragener Cholesterinmischung:
Bereich 30 - 34 Grad



Abb. 12: Linke Bauchdecke nur ganz leicht abgekühlt; damit kommt man auch in den unteren Farbbereich

3. Prinzip der Plattenthermographie

Im Prinzip erfolgt die Temperaturanzeige wie bei den cholesterinischen Flüssigkristallen. Man hat nämlich diese Kristalle in eine Kunststoffolie sozusagen eingepackt, um Vorarbeiten abzukürzen.

Die thermographische Platte besteht aus einem Kunststoffrahmen, in die die Folie eingespannt ist. Dieser Rahmen ist über zwei Stangen fest mit einem Photoapparat verbunden (Abb. 13).

Die Reihenfolge der auftretenden Farben ist bei steigender Temperatur immer gleich. Sie wechseln von schwarz über braun, gelb, nach grün über zu blau bis zu dunkelviolett (Abb.14).

Die Farbabstufungen, respektive Temperaturunterschiede, spielen sich in Stufen von ungefähr 2/10 Graden ab.

Die subjektive, farblich sichtbare Sensibilitätsabstufung liegt in der Größenordnung von $0,15^{\circ}\text{C}$, die objektive würde man sie mit dem Spektrometer messen, noch unter $0,05^{\circ}\text{C}$.

Von den Troponwerken wurden uns Platten mit verschiedenen Empfindlichkeitsschwellen (32°C , 33°C , 34°C) zur Verfügung gestellt.

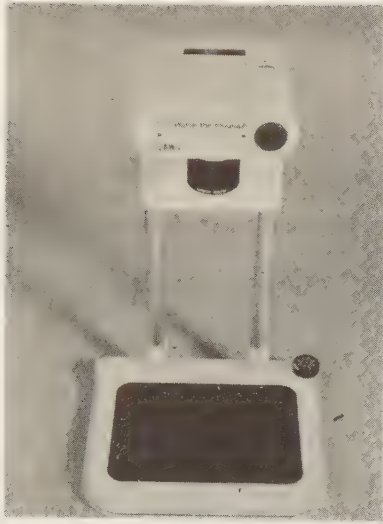


Abb. 13: Eingespannte Thermofolie mit
fest montierter Kamera (Fa. CAWO GmbH)

Wir bedanken uns für die Leihgabe des
Gerätes bei der Fa. CAWO GmbH
8898 Schrobenhausen und die Bereit-
stellung von Thermofolien bei Herrn
Dr. Tepe, Troponwerke 5000 Köln - 80.

Gesunde Versuchsperson: G.B.

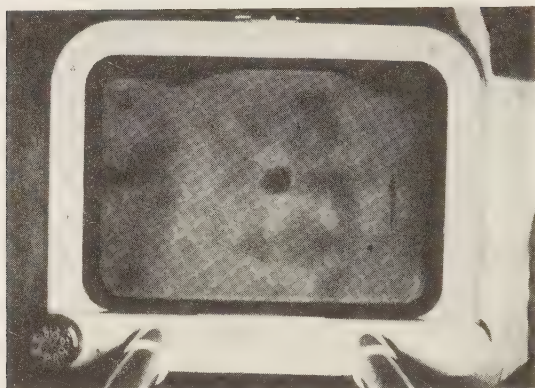


Abb. 14: Längs der Körperachse aufgedrückte Thermofolie (33 Grad)
Man erkennt unterhalb des Nabels eine kalte Zone, links und rechts im peripheren Bereich einige Gefäßzeichnungen.

Praktisches Vorgehen mit der Thermofolie

Nachdem die Bauchdecke mit dem Thermoelement vermessen worden war, wurde versucht, die Thermofolie so gut wie möglich auf die Bauchdecke zu adaptieren. Dies gelang nur in den seltensten Fällen. Der Rahmen, in den die Folie eingespannt war, lag zuerst auf den beiden Beckenschaukeln, bevor die Folie auf die Bauchdecke zu liegen kam.

Deshalb modifizierten wir dieses Verfahren: Die in den Rahmen eingespannte Folie wurde herausgeschnitten und auf eine doppelklebende Klarsichtfolie aufgeklebt (Abb. 15).

So konnte zumindest in einigen Fällen ein besseres Resultat erzielt werden. Jedoch mußten wir auch dieses Verfahren wieder verlassen, weil die Haftkraft der Klebefolie so nachließ, daß sie nicht mehr auf der Bauchdecke von allein liegen blieb.



Abb. 15: Thermofolie, die auf einer darunterliegenden doppelklebenden Klarsichtfolie aufgeklebt wurde.

Wir danken Herrn Koenig (Fabr.f.Selbstklebetechnik, Erlangen) für die Bereitstellung von doppelklebenden Klarsichtfolien.

4. Prinzip des Thermoelements

Das Thermoelement - Thermophil M 202 - besteht aus einem Strahlungsfühler und einem Anzeigegerät (Abb. 16).

Der Strahlungsfühler besitzt eine aufgedampfte 10-fach Thermokette, mit vergoldetem Strahlungskonzentrator. Der Spektralbereich geht von 0,5 - 20 μm .

Das Anzeigegerät besitzt ein Drehpulssystem und ist unempfindlich gegen Fremdfelder.

Thermophil M 202 wird von der Firma ULTRAKUST als ein Produkt der Weltraumtechnik bezeichnet.

Der Strahlungsfühler wird in geringem Abstand (0,5 - 3) cm über die Hautfläche geführt, wobei der Zeiger fast trägheitslos den Temperaturänderungen folgt. Der Haut wird dabei keine Wärme entzogen, so daß Temperaturverfälschungen wie bei der Berührungsmessung ausgeschlossen sind (Abb. 18).

Die Aufzeichnung der Temperaturen ist durch einen Digitalschreiber (Abb. 20) möglich. Man gewinnt dadurch Zeit, denn es muß nicht darauf gewartet werden, bis sich die Nadel der Meßskala auf die Temperaturen eingependelt hat.

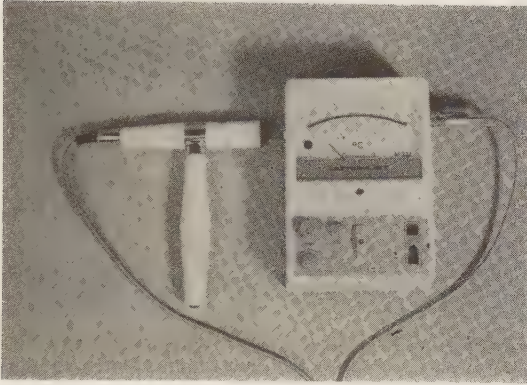


Abb. 16: Strahlungsfühler und
Anzeigegerät

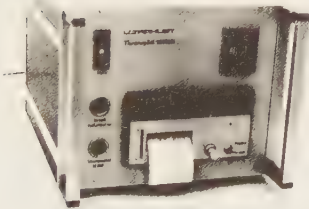
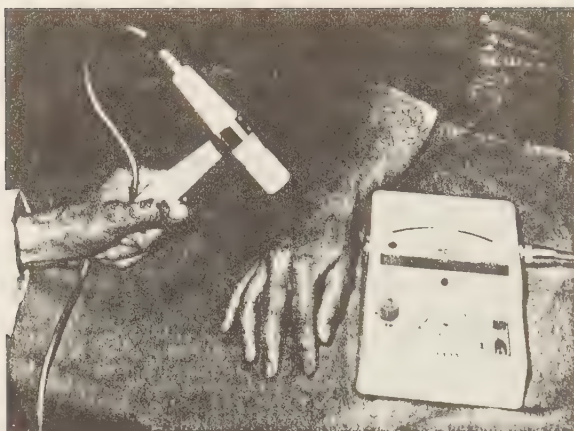


Abb. 17: Digitalschreiber

(Wir bedanken uns bei der Fa. ULTRAKUST D 8375
Ruhmannsfelden für die leihweise Überlassung von
Thermophil M 202 und des Digitalschreibers M 202 D)



Zur berührungslosen Messung der Hauttemperatur wird ein Strahlungsfühler in geringem Abstand über die Hautoberfläche geführt.

Abb. 18: Handhabung des Strahlungsfühlers

33.5	34.1
33.6	34.1
33.6	33.9
33.0	33.0
33.4	34.0
33.0	34.0
33.7	33.7
33.6	33.6
33.0	34.2
33.0	33.9
33.0	33.0

Vom Digitalschreiber ausgedruckte Temperaturen

Praktisches Vorgehen mit dem Thermoelement

Zuerst wurde das Gerät auf seine Funktionstüchtigkeit überprüft und dann geeicht; danach gab das Gerät die tatsächlichen Temperaturen über der Bauchdecke an. Dann wurde die Temperatur über der Nasenwurzel gemessen, um von allen Patienten einen nicht in das Entzündungsgeschehen einbezogenen Referenzpunkt zu erhalten.

Während dieser Vorbereitungen lag der Patient bereits mit freigemachtem Bauch auf der Liege. Mit einer Plastikfolie, die Einkerbungen im Abstand von $2,5 \hat{=}$ Quadratseitenlänge (cm) hatte, wurden, ausgehend von der eingezeichneten Verbindungslinie der beiden spinae iliacae ant. sup., Punkte eingezeichnet, die damit die Ecken der zu vermessenden Quadrate darstellten (Abb. 19).

Auf diese Weise konnten nun exakt die periumbilikale Gegend, rechtes und linkes Hypogastrium, die beiden fossae iliaccae und die regio suprasymphisica vermessen werden (Abb. 20).

Der Thermofühler wurde mit der rechten Hand über die einzelnen Quadrate geführt, während sich der kleine Finger auf der Bauchdecke abstützte. Dadurch war immer ein relativ gleichmäßiger Abstand zur Bauchdecke gegeben und in jedem Fall eine fühlerlose Temperaturmessung gewährleistet.

Bei den meisten Patienten wurden wie oben beschrieben 2 Messungen hintereinander durchgeführt. Die Temperaturen, die mit dem Thermoelement gemessen wurden, wurden in vorgefertigte Karten, auf die Quadrate eingezeichnet waren, übertragen.

Eine wesentliche Erleichterung bei der Aufzeichnung der gemessenen Temperaturen war der zum Meßgerät gehörende Digitalschreiber, der aber erst gegen Ende der Versuchsreihe von der Firma geliefert wurde.

Innerhalb von wenigen Minuten kann man damit mehrere Messungen hintereinander durchführen (Abb. 17).

Um nun vom optischen Bild her einen Überblick der wärmsten Zonen zu gewinnen, wurden diejenigen Quadrate mit der höchsten Temperatur einschließlich derjenigen, die bis zu 3/10 Grad niedriger waren, farbig markiert (Abb. 21).

Damit war nun dreierlei gewonnen:

- a) Differenzierung ob vereinzelte heiße Zonen vorlagen
- ß) oder größere zusammenhängende erwärmte Areale,
- γ) oder ob letzten Endes die ganze Bauchdecke heiß war.

Im Vergleich mit der linken Seite waren unter diesen Gesichtspunkten die Weichen der präoperativen Diagnostik gestellt.

Dies bedeutete: Lag ausschließlich in der Gegend des Mc Burney eine "heiße Zone" mit einigen Quadraten vor, so wurde eine akute Appendicitis präoperativ diagnostiziert.

Es hat sich herausgestellt, daß nie Temperaturen unter $30,0^{\circ}\text{C}$ und über $40,0^{\circ}\text{C}$ auftraten, deshalb werden der Einfachheit halber nur die Grade in die Quadrate eingezeichnet, die noch über $30,0^{\circ}\text{C}$ liegen

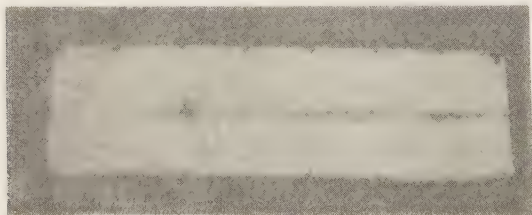


Abb. 19: Plastikfolie, in die im Abstand von 2,5 cm ($\cong \varnothing$ des Thermoelements) Einkerbungen eingeschnitten sind.

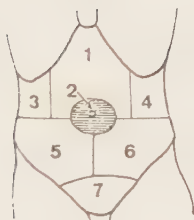


Abb. 20: Die anatomischen Regionen:

1. Epigastrium, 2. Nabelgegend,
3. + 4. rechtes bzw. linkes Hypogastrium,
5. + 6. rechte bzw. linke Fossa iliaca,
7. Regio suprasymphysaria

Neutrale, gesunde Versuchsperson

G. B.

Das Thermogramm zeigt ebenfalls rechts und links des Nabels im Seitenbereich die wärmsten Zonen. Insofern ist das Wärmebild mit dem der Thermofolie identisch

3,9		4,1	3,8	3,2	3,7	3,5	3,6	
3,6	4,0	3,9	3,3	3,0	3,0	3,1	3,5	4,0
3,3	3,6	3,2	3,1	3,5	3,1	3,6	3,4	4,0
3,0	3,6	3,8	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3,7	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	3,7	3,9

I MESSUNG

NABEL



4,0		3,9	3,6	4,0	4,0	4,0	
4,0		3,9	3,5	3,2	3,6	4,0	
3,9	4,2	3,7	3,5	3,7	3,4	4,0	4,0
3,5	4,0	4,0	4,0		4,2	4,3	
4,1	4,0		3,9	4,1	4,2	4,0	4,0

II MESSUNG



spina iliaca
ant. sup. sin.

Abb. 21: Rückenlage

Klärung der Frage welche Lage bei der Temperaturmessung eingenommen werden soll:

Neutrale Versuchsperson: G. B.

männlich, 25 Jahre, mit dünner Bauchdecke

1. Seitenlage links: (Abb. 22)

- a) Nach zwei Messungen fast völlige Identität der wärmsten Stellen.
- b) Es werden die höchsten Temperaturwerte von allen drei Lagen erreicht.
- c) Die Summe der wärmsten Zonen ist dafür am geringsten.

2. Rückenlage: (Versuchsperson war dazwischen aufgestanden) (Abb. 23).

- a) Die wärmsten Zonen befinden sich unterhalb der Verbindungslinie.
- b) Die Maximaltemperaturen sinken in dieser Lage am tiefsten ab.
- c) Diese Lage ergibt die meisten warmen Zonen.

3. Seitenlage rechts: (Versuchsperson war dazwischen aufgestanden) (Abb. 24).

- a) Es treten auch warme Zonen in der rechten Oberbauchgegend auf.
- b) Vermehrung und Wiederansteigen der warmen Temperaturzonen unterhalb der Verbindungslinie.

3,2	2,7	3,4	3,5	3,3	3,4	3,2	3,2	
3,6	3,2	3,1	2,8	1,9	3,0	3,2	3,5	3,7
4,0	3,6	3,2	3,3	3,0	3,0	3,2	3,5	3,7
4,0		3,8	4,0	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0
		3,6	4,0	3,6	4,0	3,6	4,0	

I MESSUNG

3,6	4,0	3,5	3,5	3,6	3,5	3,3	3,3	3,4
3,7	3,3	3,2	3,0	1,7	3,2	3,4	3,5	3,3
4,0	3,7	3,3	3,4	2,8	3,6	3,5	3,5	3,8
4,0		3,9	3,9	3,8	4,0	4,0	3,9	4,0
4,1		4,0	4,0	3,9	4,1	3,9	4,1	

II MESSUNG

Abb. 22: Seitenlage, links

3,0	3,3	2,7	2,9	2,5	2,6	2,6	2,6	2,4
3,2	2,8	2,9	2,7	1,4	2,8	2,8	3,0	2,6
3,2	3,0	3,3	2,5	3,2	3,0	3,1	2,8	
3,2		3,4	4,0	3,2	3,5	3,4	3,2	3,0
3,4		3,5		3,5			3,5	3,5

I MESSUNG

3,4		3,5	3,5	3,3	3,3	3,0	3,1	2,6
3,2	3,3	3,2	3,1	1,5	3,0	3,0	3,0	2,8
3,5	3,1	3,2		2,4	3,5	3,2	3,3	3,0
3,3			3,1		3,8	3,5	3,3	3,0
3,5		3,5		3,5		3,5	3,3	3,2

II MESSUNG

Abb. 23: Rückenlage



Abb. 24: Seitenlage, rechts

Es zeigte sich auch in der zweiten Messung, daß die wärmsten Zonen an den gleichen Stellen wie in der ersten Messung auftreten.

Das Absinken der Temperaturen in Rückenlage sehen wir darin begründet, daß die inneren Organe gleichmäßig bedeckt und isoliert werden.

Da die Patienten vorwiegend über Schmerzen in der rechten Bauchhälfte klagen, halten wir es für sinnvoll, die inneren Organe von Fettgewebe und den Dünndarmschlingen freizubekommen, indem sich der Patient auf die linke Seite legt, und somit ein entzündetes Organ mit seiner erhöhten Temperatur besser an die Oberfläche hervortreten kann.

c) Eigene Ergebnisse

1) Voruntersuchungen mit der Infrarotkamera

Um eine Vergleichsmöglichkeit gegenüber Gesunden zu erhalten, wurden vier dementsprechende männliche Personen im Alter von 25, 26, 32 und 37 Jahren mit der Infrarotkamera thermographiert.

(Abb. 25 - 28).

Vergleichspersonen

Man erkennt eine symmetrische Verteilung von Wärmezonen, die auf keinen Entzündungsprozeß hinweisen.

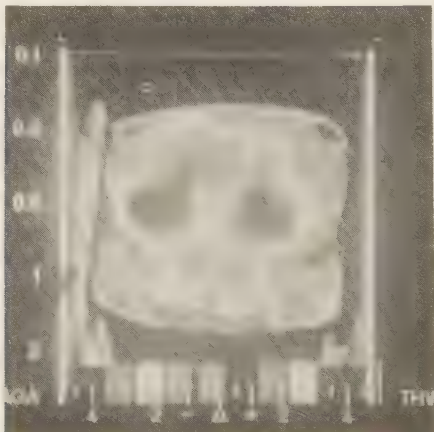


Abb. 25: Zorn (37 Jahre)

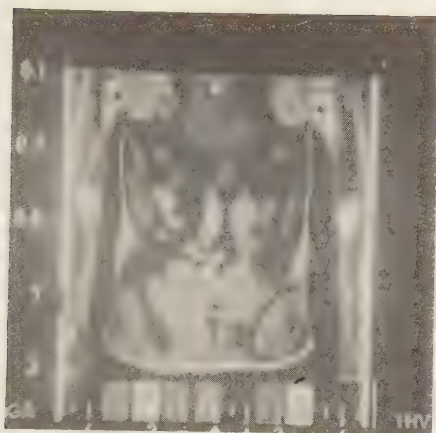


Abb. 26: Niedermeyer (26 Jahre)

Vergleichspersonen

Bei Emran kommt die rechte Beckenschaufel als wärmere Zone zum Vorschein.

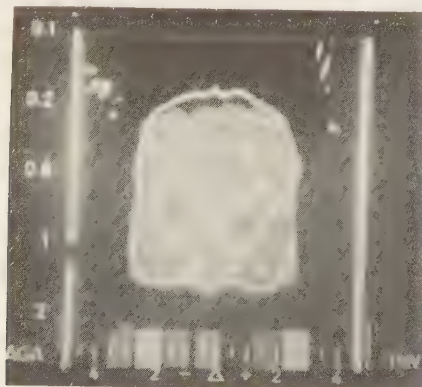


Abb. 27: Emran (32 Jahre)

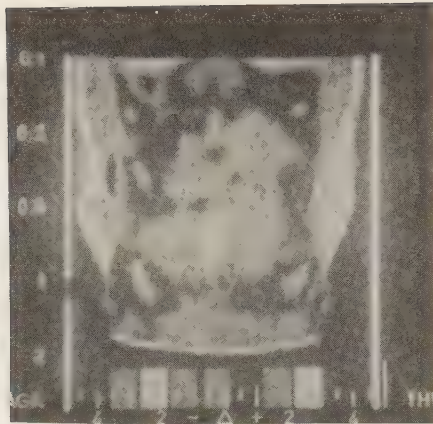


Abb. 28: Blaseio (25 Jahre)

Man erkennt gelb die beiden Beckenschaufeln, hervortretende Rippen sowie das Brustbein.

2. Eigene Ergebnisse am Patientengut

Im folgenden sind nur diejenigen Patienten dargestellt, bei denen möglichst viele Methoden angewandt werden konnten.

Gleichzeitig ist das histologische Ergebnis aufgeführt, um eine Vergleichsmöglichkeit zwischen - thermographischer präoperativer Diagnose - und dem endgültigen Ergebnis zu bieten.

H. H. (Arch.-Nr. 235 249)

Er war der erste Patient der Untersuchungsreihe. Zuerst wurde eine Verbindungslinie von der rechten spina iliaca zum Nabel gezogen. Von dieser Linie ausgehend wurden Quadrate mit einer Seitenlänge von 3 cm eingezeichnet. Die Quadrate wurden nur auf der rechten Bauchhälfte eingezeichnet.

Nach dem Auftragen einer Grundierungsschicht und dem Aufpinseln von Tusche, konnte die Cholesterinschicht aufgepinselt werden (Abb. 30).

Man erkennt einen hellgrünen Untergrund, wobei jeweils unten und oben des Areals dunkelblaue Randzonen erscheinen. Am Mc-Burneyschen Punkt verläuft ein nach medial - caudal ziehender blauer Streifen, also eine wärmere Zone.

Die Thermofolie ließ nur diffuse grüne Zonen auf braunem Grund erkennen. Da die Folie nicht vollständig anlag, konnten keine weiteren Aussagen gemacht werden.

H. H. Histo.: Lymphknoten mit Hyperplasie,
akute ulceröse Appendicitis

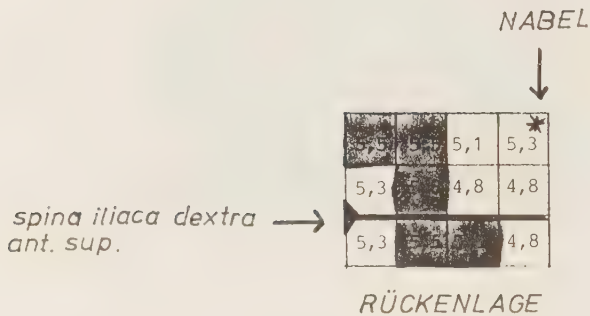


Abb. 29: Das Thermoelement lokalisiert die wärmste Zone mit 35,8 Grad direkt am Mc-Burney'schen Punkt.



Abb. 30:

B. M. M.: (Arch.Nr. 235 162)

Hist^o: Schwere akute ulcerophlegmonöse
Appendicitis

NABEL



	6,5	6,5	6,5	
6,8		6,6	6,5	6,2
6,5	6,7	6,5	6,4	6,8

I MESSUNG

	7,2	6,9	6,5	7,2
		7,0	6,9	7,2
7,0		6,6	6,5	7,0

II MESSUNG

Zeitabstand: 1 Minute

Abb. 31:

Die Größe der Quadrate betrug wieder
9 cm², jedoch wurde die Verbindungslinie
zwischen den beiden spinae iliacae ant.sup.
gezogen.

In der zweiten Messung ist die rechte fossa
iliace gegenüber der linken sehr viel wärmer.

R. W. (Arch.-Nr. 235 607)

keine akute Appendicitis

Das Thermogramm zeigt den ganzen Bauch bis auf zentrale Bereiche unterhalb des Nabels mit gleichmäßig erhöhter Temperatur.

Die Thermofolie gibt nur den mittleren Anteil des Bauches unterhalb des Nabels wieder und zeigt ebenfalls ein gleichmäßiges Wärmebild.

Auf dem Bild der Infrarotkamera (Abb. 32) erkennt man ein symmetrisches Wärmebild, rechts lateral des Nabels eine geringfügige kältere Zone. Der Patient zeigt mit der Spitze eines Kugelschreibers auf seinen Nabel.

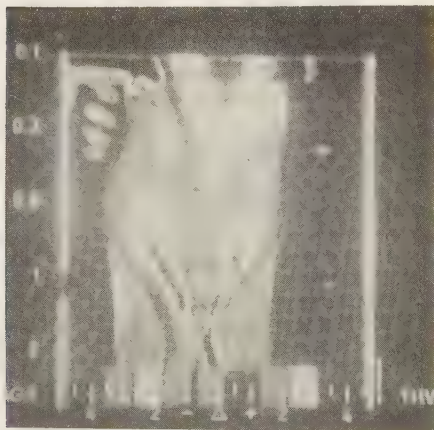
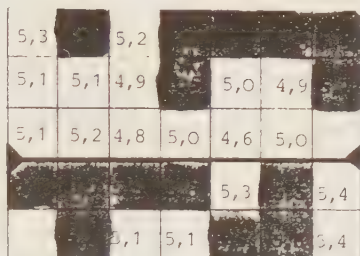
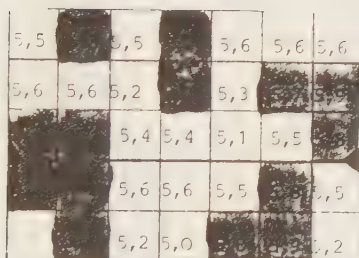


Abb. 32:

R. W.: (Diffuse Dünndarmmesenteriallymphknoten-
schwellung)



I MESSUNG



II MESSUNG

Abb. 33:

Das Thermogramm zeigt den gesamten
Bauch mit erhöhter Temperatur.

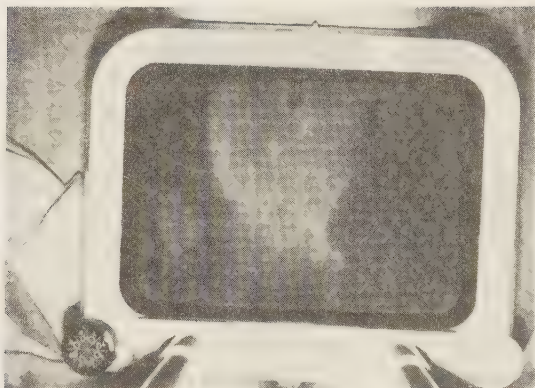
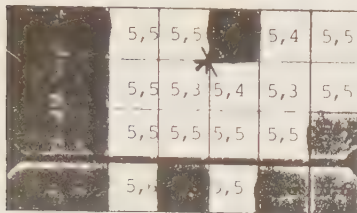


Abb. 34:

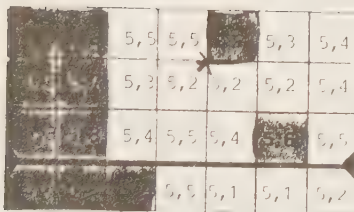
Die Thermofolie gibt nur den mittleren Teil des Bauches wieder und zeigt ebenfalls ein gleichmäßiges Wärmebild.

W. J. : (Arch.-Nr. 235 659)

Keine akute Appendicitis



I MESSUNG



II MESSUNG

Abb. 35:

Das Thermogramm zeigt rechts höhere Temperaturen als links.

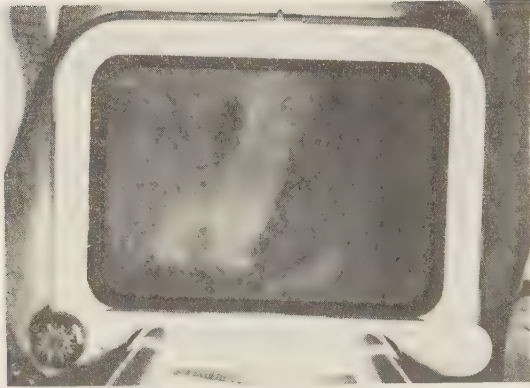


Abb. 36: W. J.

Die Thermofolie zeigt im mittleren Unterbauch eine gleichmäßige leichte Temperaturerhöhung.



Abb. 37: W. J.

Die Infrarotkamera gibt ein symmetrisches Wärmebild wieder.

V. S. : (Arch.-Nr. 235 711)

Keine akute Appendicitis

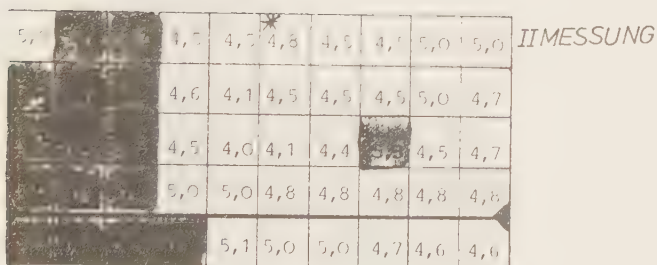
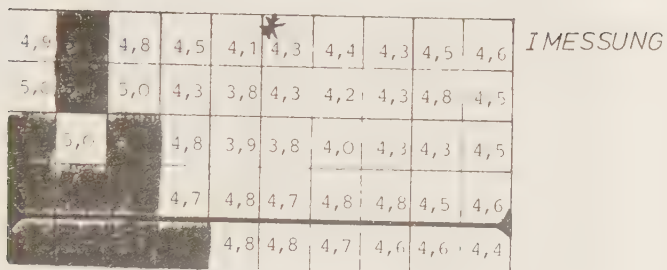


Abb. 38: Mit dem Thermogramm erkennt man rechts eindeutig höhere Temperaturen als links.

V. S. Man kann auf der Thermofolie eine gleichmäßige Wärmeverteilung erkennen.



Abb. 39:



Abb. 40:

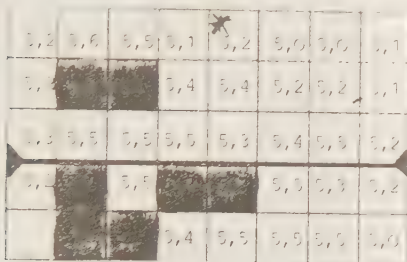
Die Infrarotkamera zeigt die rechte Adnexe als heiße Stelle. Außerdem erkennt man eine aufgestaute Wärme im Bereich der Blase.

U.K.: (Arch.-Nr. 234 572)

Histo: Keine akute Entzündung

Die Thermofolie kam hier nicht ausreichend zum Anliegen.

Das Thermogramm (Abb. 41) stellt die wärmsten Zonen rechts des Nabels und im rechten Unterbauch fest.



Linke Seitenlage

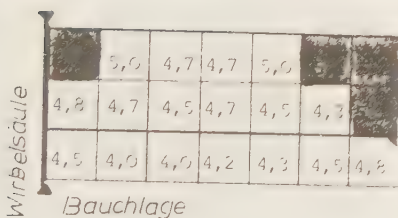


Abb. 41:

U. K.:

Das Bild der Infrarotkamera (Abb. 42 und 43) zeigt ebenfalls eine kleine Zone erhöhter Temperatur im rechten Unterbauch. Die Kamera ist so eingestellt, daß Areale mit einer Temperaturdifferenz von einem Grad untereinander getrennt werden.

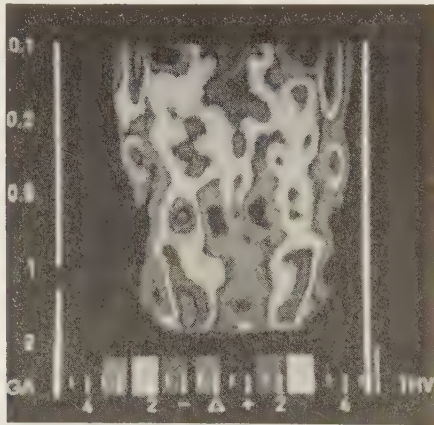


Abb. 42:

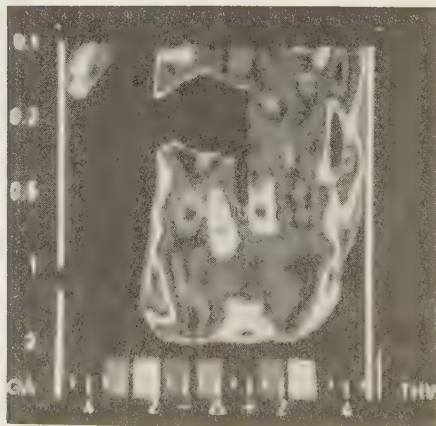


Abb. 43:

K. L. : (Arch.-Nr. 236 176)

Histo.: Akute ulcerophlegmonöse Appendicitis mit stellenweiser fibrinös eitriger Periap-
pendicitis.

Das Thermogramm zeigt den Nabel als wärmste Zone, sowie isolierte Bereiche unterhalb der Verbindungs-
linie. Da der Patient jedoch sehr dick ist, werden auch nur sehr niedrige Temperaturen gefunden. (Abb. 44)

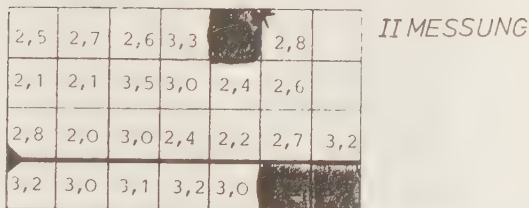
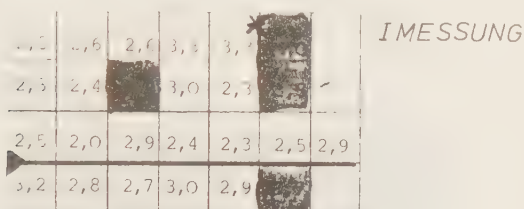


Abb. 44: Die Thermofolie zeigte nur vereinzelt dunkelbraune Zonen, war also nicht ge-
nügen empfindlich.

K. L.

Die Infrarotkamera (Abb. 45) zeigt die spina iliaca dextra wärmer als die linke. In der regiosuprasymphisica liegen die wärmsten Zonen. Dieses Wärmebild ist mit dem des Thermogramms nicht identisch.

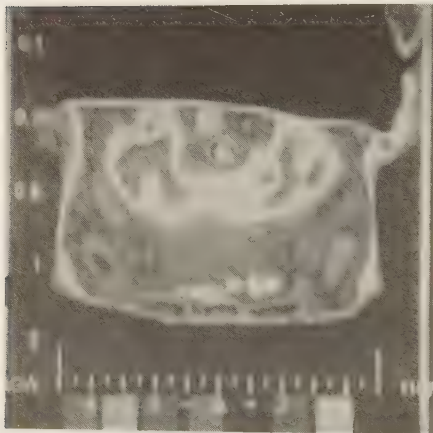


Abb. 45:.

M. D.: (Arch.-Nr. 236 094)

Histo: Neurogene Appendikopathie mit
partieller Obliteration der Lichtung.

Das Thermogramm (Abb. 46) zeigt eine symmetri-
sche Verteilung vereinzelter warmer Zonen.

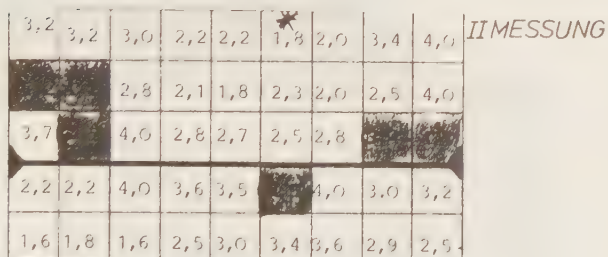
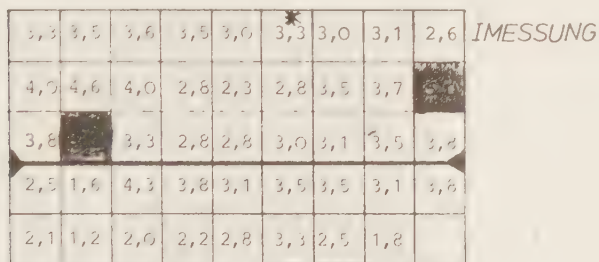


Abb. 46:

M. D.

Auf dem Bild der Infrarotkamera ist der Nabel als wärmste Stelle zu erkennen. Rechte Hüfte, Mc Burney und die rechte Adnexe treten außerdem als wärmere Punkte hervor. (Abb. 47)

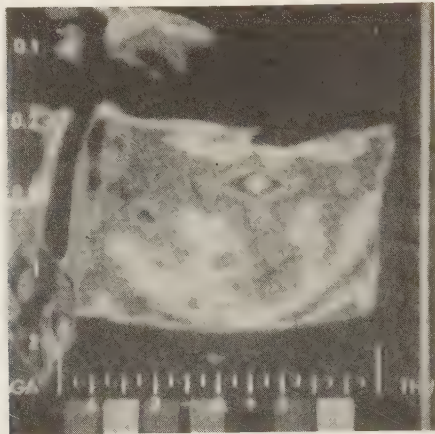


Abb. 47:

Die dicke Bauchdecke ließ eine Auswertung mit der Thermofolie nicht zu.

H. S.: (Arch.-Nr. 203 916)

Histo.: Chronische Entzündung der äußeren
Wandschichten der Appendix: Übergreifen der
Entzündung von der Umgebung ?

Man erkennt auf dem Thermogramm (Abb. 49), daß die
rechte Bauchhälfte wärmer ist als die linke.

	3,5	3,2	2,8		3,2	3,3	3,4
3,3	3,2	2,8	2,5	2,7	2,3	2,2	3,5
			2,1	2,3	2,2	3,0	2,8
	3,2	2,4	2,8	2,5	3,6	3,2	
3,5	3,4	3,3	3,0		3,2	3,5	3,5

Abb. 48:

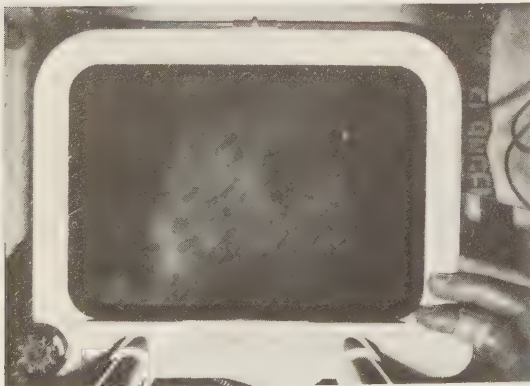


Abb. 49: Auch die Thermofolie zeigt
rechts 4 wärmere Zonen

H. S.

Auf dem Bild der Infrarotkamera erkennt man trotz der schlechten Bildqualität auf der rechten Bauchhälfte einen größeren warmen Bereich. Es sind somit alle drei Wärmebilder identisch.

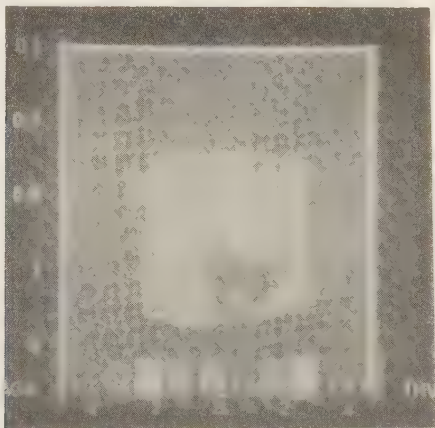


Abb. 50:

G. R.: (Arch.Nr. 236 202)

Histo.: Akute ulcerophlegmonöse Appendicitis
mit beginnender fibrinös eitriger Periappen-
dicitis.

Auf dem Thermogramm erkennt man rechts und links er-
höhte Temperaturen.

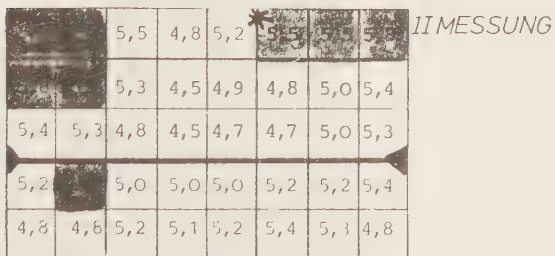
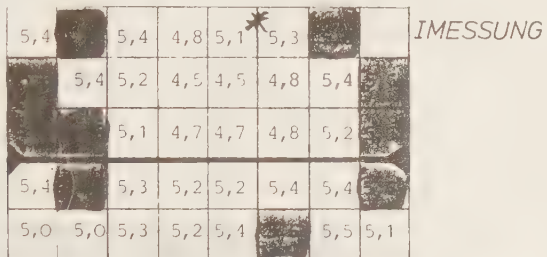


Abb. 51: Die Thermofolie zeigt, soweit
sie der Bauchdecke aufliegt,
rechts des Nabels eine längliche
heiße Zone.

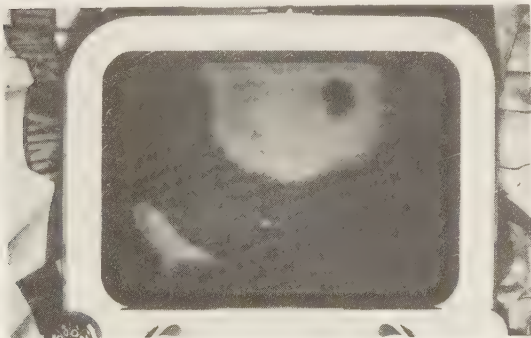


Abb.: 52:

G. R.

Auf dem Bild der Infrarotkamera (Abb.53) erkennt man zunächst 2 heiße Stellen, einmal den Nabel selbst und dann noch in der linken Hüftgegend einen weiteren - hot spot - . Der Wurmfortsatz und etwas medial davon eine erwärmte Stelle sind ebenfalls zu erkennen.

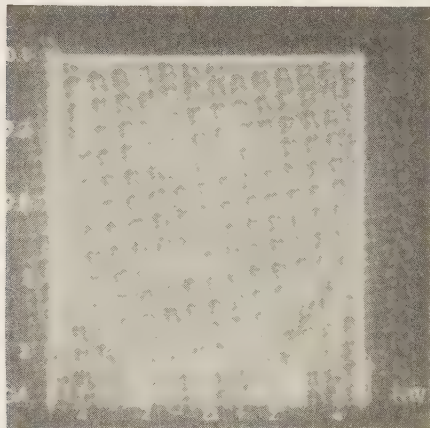


Abb. 53:

H. S.: (Arch.-Nr. 236 222)

Histo.: Appendicopathia oxyurica.

Das Thermogramm zeigt auf der rechten Bauchhälfte die wärmsten Zonen



Abb. 54:

Die Thermofolie stellt oberflächliche Gefäße dar.

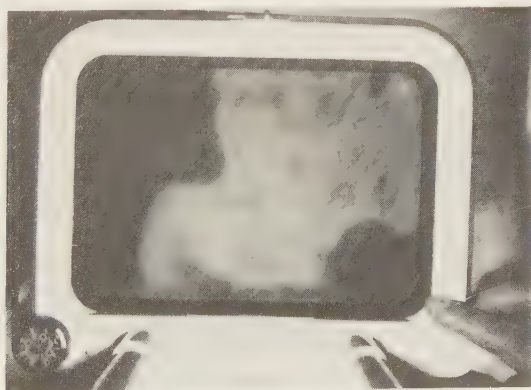


Abb. 55:

H. S.:

Auf dem Bild der Infrarotkamera (Abb. 56, 57) erkennt man 3 heiße Flecken, den Nabel selbst, unterhalb davon und am Mc Burney.

Auf einer anderen Einstellung werden die Wärmezonen mit einer Temperaturdifferenz von einem halben Grad voneinander getrennt.



Abb. 56



Abb. 57

P. M.: (Arch.-Nr. 235 454)

Histo.: Lymphknoten ohne wesentliche Auffälligkeiten

Das Thermogramm (Abb. 58) zeigt ein symmetrisches Wärmebild.

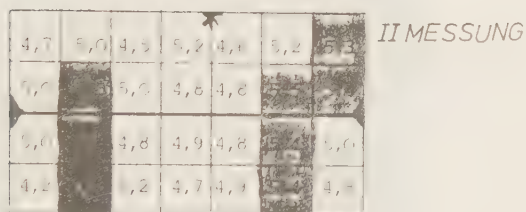
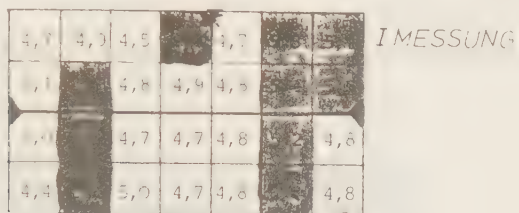


Abb. 58: Auf dem Bild der Thermofolie erkennt man eine gleichmäßig erwärmte Bauchdecke.



Abb. 59:

P. M.

Das Bild der Infrarotkamera zeigt (Abb. 60), daß die linke Bauchseite im ganzen gesehen wärmer ist als die linke.

Auf der rechten Seite erkennt man innerhalb des gelben Feldes einen isolierten heißen Fleck.

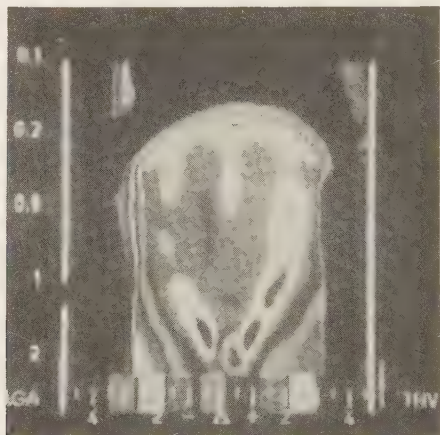


Abb. 60:

K. Y. : (Arch.-Nr. 236 890)

Histo.: Lymphknoten mit vorwiegend diffuser lymphatischer Hyperplasie, leichte Kotstauung der Appendix, keine akute Entzündung.

Man erkennt auf dem Thermogramm, daß die rechte fossa iliaca wärmere Zonen aufweist.

4,7	5,0	3,4	3,7	4,0	3,7	4,7	I MESSUNG
4,6	4,4	4,2	4,4	4,4	4,4	4,3	
4,6		4,7	4,9	4,8	4,7	4,7	
5,0		4,8	5,0	4,7	4,8	4,0	

5,0		3,8	4,0	4,1	4,0	4,9	II MESSUNG
	4,6	4,6	4,5	4,6	4,4	4,1	
5,1		5,0	5,2	4,8	4,4	4,6	
4,6		5,2	4,8	4,8	4,4	4,4	

Abb. 61:

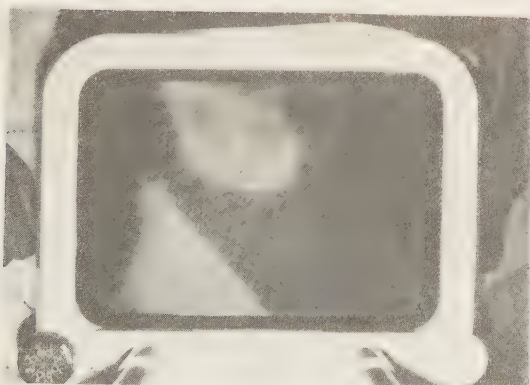


Abb. 62:

K. Y.

Bei der Trennung der Wärmezonen mit einem Grad Temperaturunterschied stellt sich der Nabel als heiße Zone dar. Ebenso eine Zone in der rechten fossa iliaca, in der linken zwei und in der regio suprasymphisica zwei heiße Zonen.



Abb. 63:

Bei Trennung mit zwei Graden Temperaturunterschied ist der Nabel und eine Zone in der linken Leisten-
gegend als wärmer zu erkennen. Sonst ist der ganze Bauch gleichmäßig erwärmt.

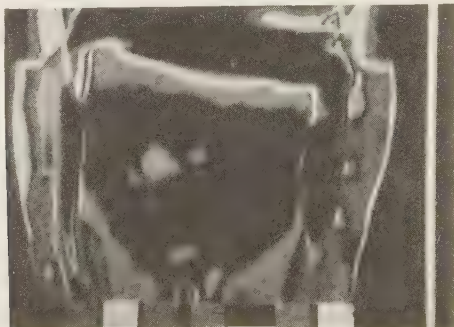


Abb. 64:

A. F. : (Arch.-Nr. 190 689)

Histo.: Appendix mit Zeichen vorangegangener
entzündlicher Prozesse, keine akute Entzündung.

Das Thermogramm (Abb. 65) zeigt eine wärmere regio suprasymphisica in der ersten Messung. Die zweite Messung findet den Nabel als wärmste Stelle.

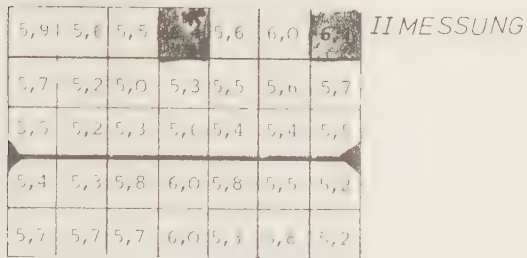
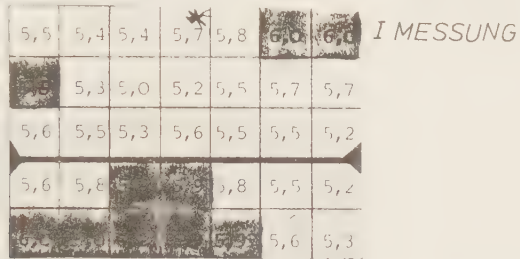


Abb. 65:

Die Thermofolie zeigt eine gleichmäßige Verteilung von Gefäßen (Abb.66)

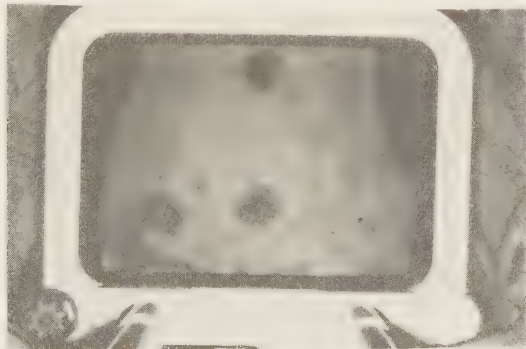


Abb. 66:

A. F.

Die Infrarotkamera (Abb. 67) zeigt den Nabel als heißeste Stelle. Warme Zonen kommen in der linken fossa iliaca, rechts lateral des Nabels, sowie in der Leistengegend vor.

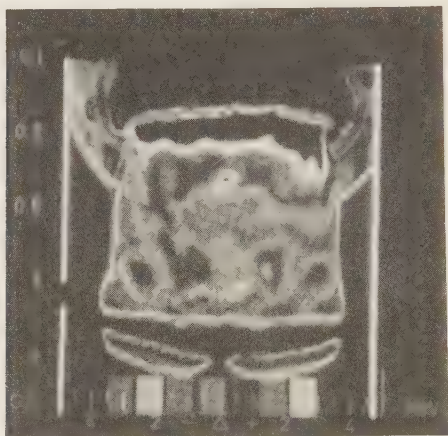


Abb. 67:

I. B. : (Arch.-Nr. 107 369)

Histo.: Chronische Appendicitis mit frischem
ulcerös-phlegmonösem Schub. Kein Anhalt für
Bösartigkeit.

Das Thermogramm zeigt in der zweiten Messung, daß die
heißeste Stelle mit derjenigen identisch ist, die am
druckschmerzhaftesten ist.

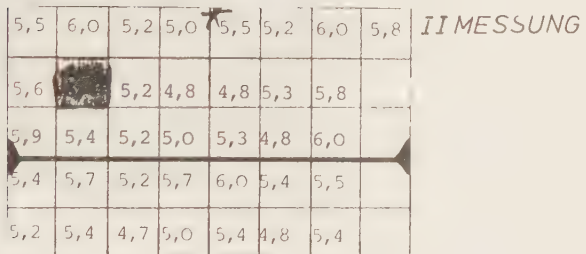
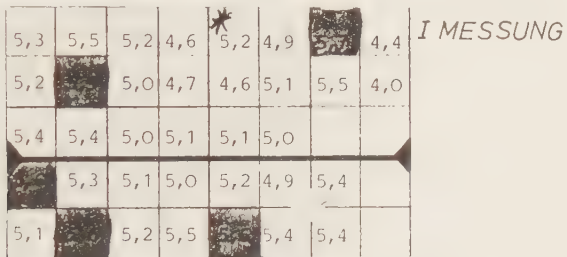


Abb. 68:

Die Thermofolie zeigt in der rechten fossa iliaca eine
kräftige Gefäßzeichnung (Abb. 69).



Abb. 69:

I. B. :

Die Infrarotkamera (Abb. 70) zeigt Nabel und Adnexe als wärmste Stellen.



Abb. 70:

G. K.: (Arch.-Nr. 124 991)

Histo.: Regelhaft strukturierte Appendix
mit sehr reichlichem lymphatischem Gewebe.
Unauffälliger Mesenteriallymphknoten.

Auf dem Thermogramm erkennt man auf der linken Bauch-
hälfte ausgedehntere erwärmte Zonen als rechts.

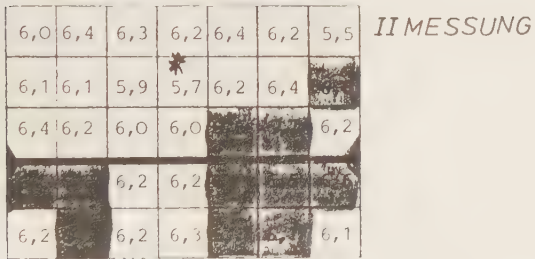
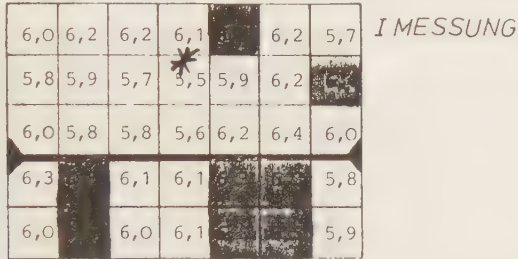


Abb. 71:

Die selbstklebende Thermofolie (Abb. 72) zeigt, daß die
gesamte Bauchdecke gleichmäßig erwärmt ist.



Abb. 72:

B. K.

Das Bild der Infrarotkamera (Abb. 73) zeigt, daß die linke Seite des Abdomens wärmer ist, als die rechte. Dies ist auch in Übereinstimmung mit dem Thermogramm. Lediglich die Leistengegend ist noch wärmer.

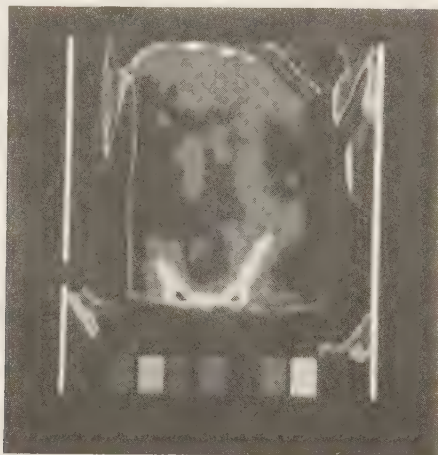


Abb. 73:

R. N.: (Arch.-Nr. 68 524)

Histo.: Akute ulceröse Appendicitis mit stellenweiser phlegmonöser Durchsetzung der Appendixwand und beginnender fibrinös eitriger Periapendicitis.

Bei diesem Patienten wurden 2 Messungen in Rückenlage und 2 Messungen in linker Seitenlage durchgeführt. Mit Hilfe des Digitalschreibers waren die Temperaturen sehr schnell ermittelt.

Hier zeigte sich ganz deutlich, daß trotz Lageveränderung die wärmsten Zonen an der gleichen Stelle wieder auftraten.



Abb. 74

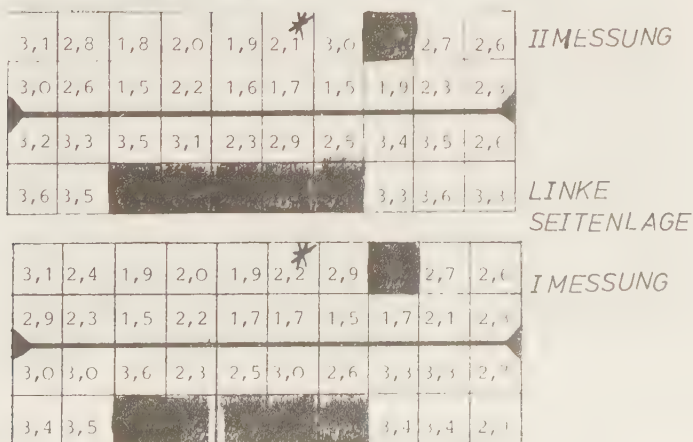


Abb. 75

R. N. :

Infrarotkamera:

Darstellung der Wärmezonen bei 1 Grad Temperaturdifferenz: Heißeste Stelle ist der Nabel, danach folgt eine kleine Stelle oberhalb der regio suprasymphisica und die Leistengegend.

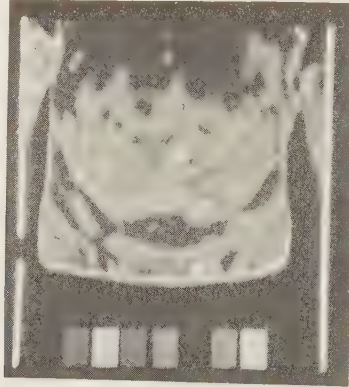


Abb. 76:

Darstellung der Temperaturzonen bei 1/2 Grad Differenz: Gleich wie oben, nur daß die Zonen unterhalb des Speckbauches symmetrisch als heiße Zonen zusätzlich auftreten.

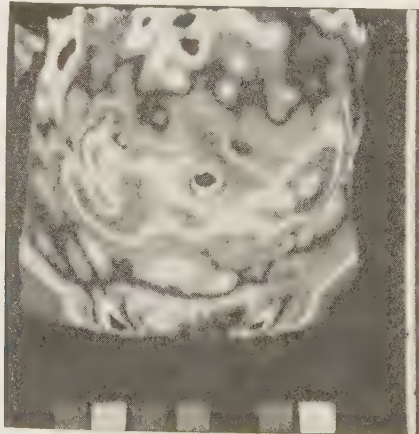


Abb. 77:

E. W.: (Arch.-Nr. 237 887)

Histo.: Keine wesentlichen Auffälligkeiten

Auf dem Thermogramm erkennt man den Nabel als heißeste Stelle.

4,0	4,0	3,8	4,0	4,2	4,4	4,2	<i>I</i> MESSUNG
4,2	3,7	3,6	3,6	4,0	3,7	3,8	4,2
4,3	4,0	3,8	3,7	4,1	4,0	4,0	3,9
4,2	4,5	4,3	4,2	4,9	4,3	4,1	4,2

4,2	4,2	4,0	4,0	4,2	4,4	4,3	<i>II</i> MESSUNG
4,4	4,0	3,7	3,5	4,0	3,7	3,8	4,4
4,5	4,0	3,9	3,8	4,2	4,0	4,0	4,2
4,4	4,7	4,3	4,3	5,0	4,6	4,2	4,2

Abb. 78:

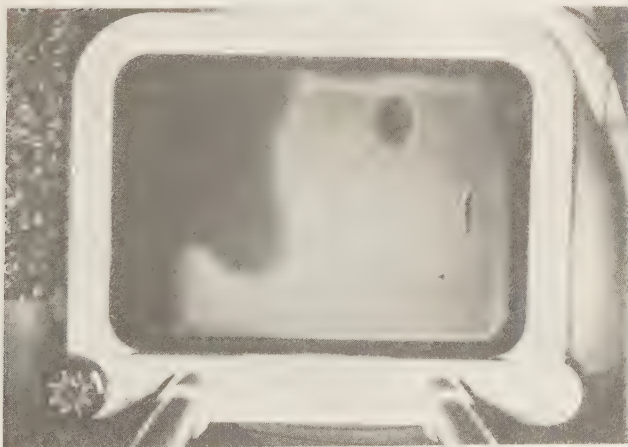


Abb. 79: Die Thermofolie zeigt den periumbilicalen Bereich gleichmäßig erwärmt.

E. W. :

Die Infrarotkamera zeigt bei allen Empfindlichkeits-
einstellungen ein symmetrisches Wärmebild (Abb. 80,
81, 82).



Abb. 80



Abb. 81



Abb. 82: Der Nabel ist die wärmste
Stelle.

A. B.: (Arch.-Nr. 237 512)

Histo.: Schwere akute ulcerophlegmonöse Appendicitis mit fibrinös eitriger Periappendicitis.

Das Thermogramm zeigt wärmere Zonen vorwiegend im Unterbauch.

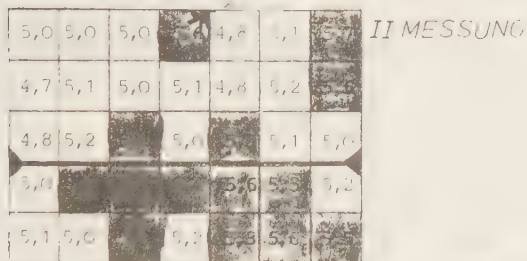
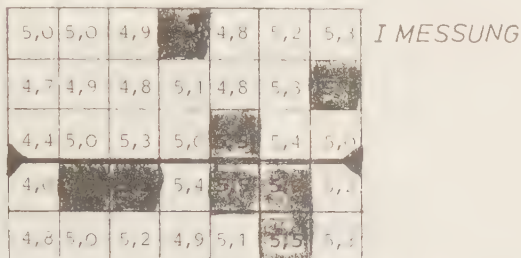


Abb. 83:



Abb. 84: Die Thermofolie zeigt nur Gefäße

A. B.

Trennung der Wärmezonen (Abb. 85) bei einer Unterschiedsempfindlichkeit von 1 Grad.

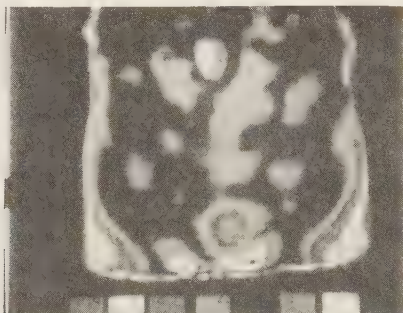


Abb. 85:

Trennung der Wärmezonen bei einer Unterschiedsempfindlichkeit von 2 Grad (Abb. 86). Mc-Burney und der Übergang von Colon transversus und descendens wird als heiße Stelle dargestellt.



Abb. 86:

Nr. 1.: (Arch.-Nr. 207 700)

Histo.: Appendix ohne wesentliche Auffälligkeiten

Das Thermogramm zeigt eine symmetrische gleichmäßige Temperaturverteilung.

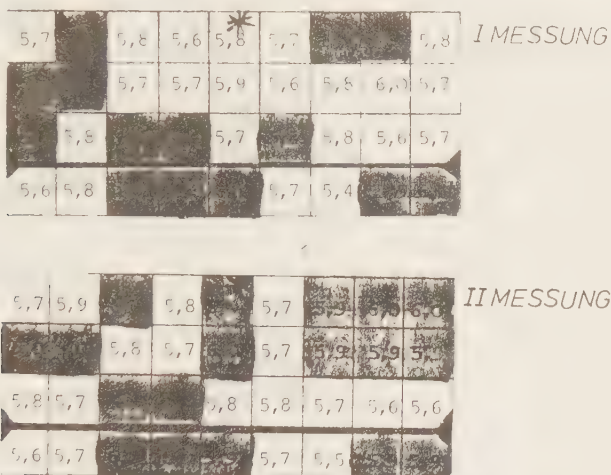


Abb. 87:

Auf der Thermofolie erkennt man zwei Gefäße

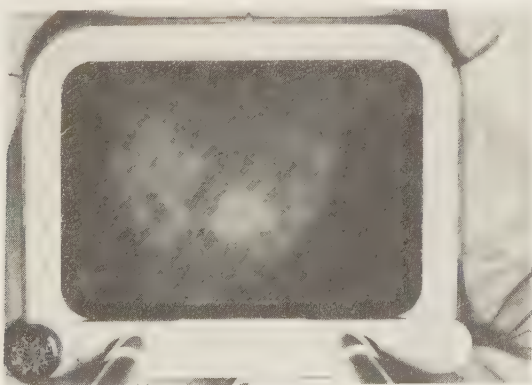


Abb. 88:

S. G. : (Arch.-Nr. 108 090)

Histo.: Appendix ohne wesentliche Auffälligkeiten.

Das Thermogramm gibt ein symmetrisches Wärmebild wieder.

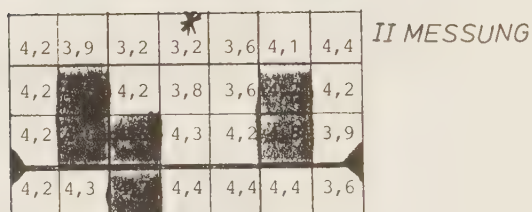


Abb. 89:

Die Patientin zeigt auf den Punkt, der ihr am meisten wehtut.

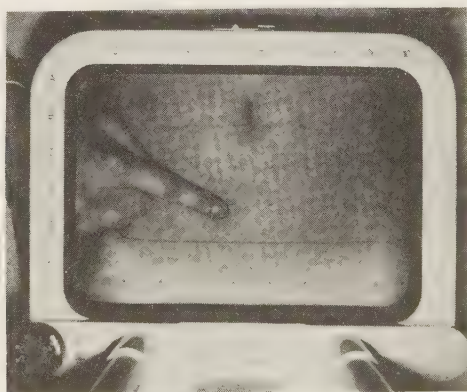


Abb. 90:

H. L.: (Arch.-Nr. 83 287)

Histo.: Schwere akute ulcerophlegmonöse Appendicitis mit fibrinös eitriger Periappendicitis und Phlegmone des Mesenteriolum.

Das Thermogramm zeigt sowohl in Rückenlage als auch in linker Seitenlage die wärmsten Zonen am Mc Burney.

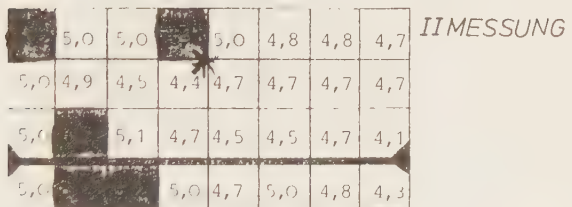
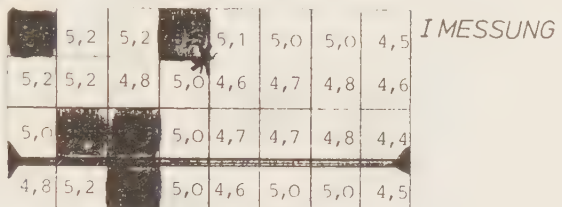


Abb. 91:

Die selbstklebende Thermofolie zeigt ebenfalls am Mc Burney einen größeren warmen Bereich.

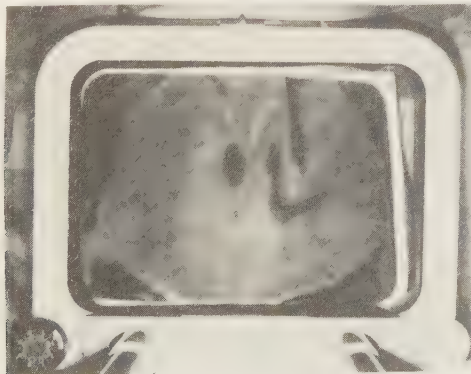


Abb. 92:

H. Y.: (Arch.-Nr. 236 048)

Histo.: Schwere akute ulcerophlegmonöse Appendicitis mit fibrinös eitriger Periappendicitis.

Das Thermogramm zeigt rechts wie links vereinzelte warme Zonen.

5,5		5,6		6,0	5,6	
5,5		5,1	5,4	5,2	5,2	5,6
5,4	5,6	5,1	5,5	5,2		5,7
5,8	5,5	5,5	5,5	5,4	5,6	5,6

Abb. 93:

Mit der Thermofolie erkennt man einzelne sternförmig hervortretende Gefäße.



Abb. 94:

U. K.: (Arch.-Nr. 237 472)

Histo.: Appendix mit Zeichen vorangegangener
entzündlicher Prozesse, keine akute Entzündung.

Das Thermogramm zeigt direkt am Mc-Burney die wärmsten
Zonen.

I MESSUNG

4,4	5,2	4,9	4,1	4,0	3,8	4,5	5,4
4,7			4,6	3,7	3,8	4,8	5,0
4,6	4,9		4,9	4,7	4,5	5,5	4,9
4,5	4,8	5,1	5,1	5,0	5,1	4,6	4,8
4,5	5,0	5,0	4,4	4,1	3,8	5,0	

II MESSUNG

4,5	5,3	4,8	3,8	3,9	3,9	4,2	4,9
4,3			4,2	3,4	3,4	4,1	4,3
4,3	4,7	4,8	4,4	4,7	4,0	5,0	4,0
4,3	4,5	4,7	4,7	4,6	4,8	4,2	4,3
4,3	4,7	4,7	4,4	4,3	3,9	4,8	4,0

Abb. 95:

Die Thermofolie zeigt in der rechten und in der linken
fossa iliaca massive warme Zonen.

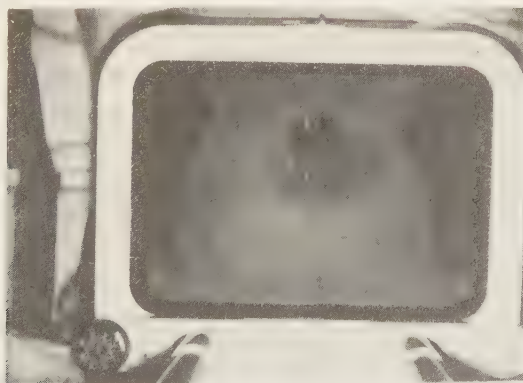


Abb. 96:

H. G.: (Arch.-Nr. 237 467)

Histo.: Keine akute Entzündung

Auf dem Thermogramm werden rechts und links warme Zonen dargestellt.

IMESSUNG

5,5	5,8	5,2	5,4	3,8	5,0	5,1	5,8	5,6
5,4	5,8	5,4	4,6	4,3	4,6	5,2	5,5	5,6
5,2		5,6	5,0	4,7	5,3	5,7		5,6
5,1		5,7	5,5	4,8	5,0	5,5	5,3	5,8
5,3	5,8			5,2	5,4	5,6	5,7	5,6

IIMESSUNG

6,0		5,2	4,8	4,2	5,3	5,2	5,8	6,0
5,7		5,8	5,0	4,9	5,2	5,5	5,6	6,0
5,4		5,9	5,2	5,3	5,3	5,7	5,8	5,8
5,3	6,0	5,8	5,9	5,2	5,6	5,6	5,4	5,8
5,2	5,9	6,0	6,0	5,3	5,2	5,7	5,8	5,9

Abb. 97:

Auf der selbstklebenden Thermofolie sind vereinzelte Gefäßzeichnungen zu erkennen.



Abb. 98:

C. W.: (Arch.-Nr. 67 277)

Histo.: Akute ulcerophlegmonöse Appendicitis
mit fibrinös-eitriger Periappendicitis.

Auf dem Thermogramm erkennt man vor allem im rechten
und linken Unterbauch die wärmsten Zonen.

I MESSUNG

5,2	5,8	5,2	5,1	5,0*	4,7	5,8	5,9
5,4	5,4	5,4	5,1	5,1	4,7	5,5	6,2
5,7	5,5	5,6	5,5	5,1	5,5	6,1	6,3
6,0	6,1	5,8	5,6	5,3	5,9	6,2	6,3
6,2			5,7	5,7	5,9	6,2	

II MESSUNG

5,8	6,5	6,0	5,7	5,6*	5,3	6,3	6,2
5,8	6,1	6,0	5,5	5,6	5,3	5,8	6,5
6,0	5,8	5,9	5,7	5,3	5,7	6,3	6,7
6,2	6,1	6,0	5,8	5,5	6,1		
			6,0	6,0	6,0		

Abb. 99:

Die Thermofolie zeigt kreisförmige warme Zonen.

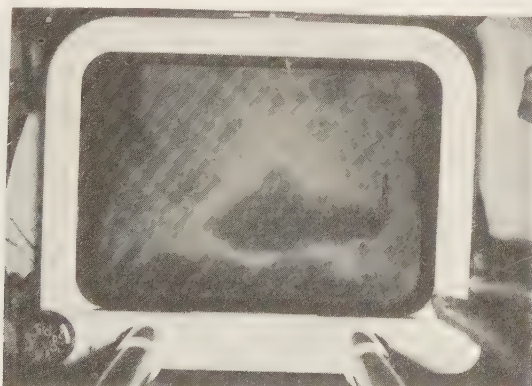


Abb. 100:

E. S.: (Arch.-Nr. 238 644)

Histo.: Zeichen vorangegangener entzündlicher Prozesse, keine akute Entzündung.

Die erste Messung mit dem Thermoelement zeigt den Mc. Burney als den wärmsten Bereich.

2,8	2,4	1,7	2,0	2,3	1,8	2,5	3,1	2,8	2,7
3,1	4,1		2,0	2,2	2,8	3,5	3,3	2,7	3,0
2,7	2,2	4,2	3,0	3,3	3,8	3,5	4,0	3,0	3,0
2,6	2,9	3,4	3,0	3,5	3,5	3,7	3,2	2,7	2,8

I MESSUNG

3,3	3,0	2,7	2,6	2,8	2,4	3,0	3,2	2,8	2,8
3,2	4,2	3,0	2,2	2,6	3,0		3,2	2,6	2,0
2,9	3,3		3,2	3,3	3,7	3,6	4,1	3,5	3,0
4,0	3,0	3,5	3,4	3,8	4,0	4,0	3,6	2,7	2,7

II MESSUNG

Abb. 101:

Die Thermofolie stellt nur Gefäße dar.

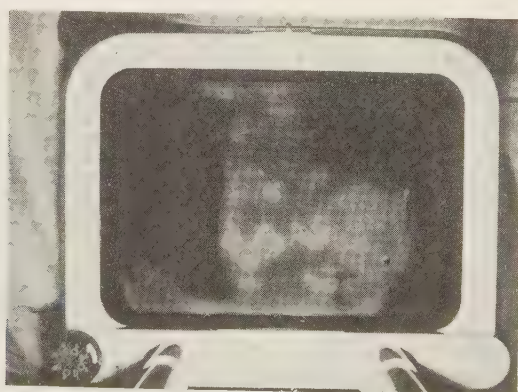


Abb. 102:

E. S.

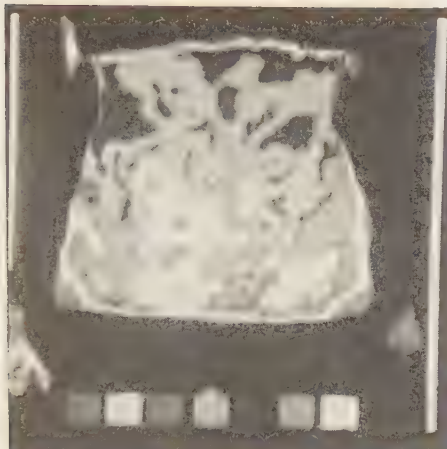


Abb. 103: Symmetrisches Wärmebild
Trennung: 1 Grad



Abb. 104: Trennung der Wärmezonen über 1/2 Grad
Temperaturunterschied.

E. S.

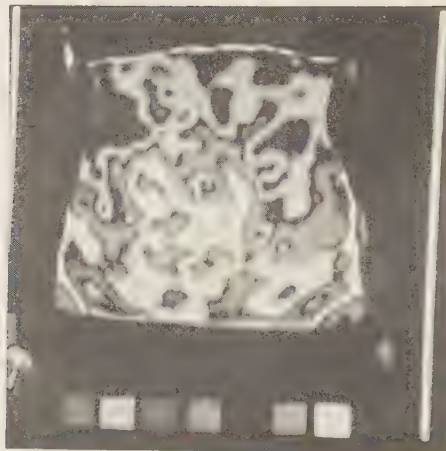


Abb. 105: Trennung : 1 Grad

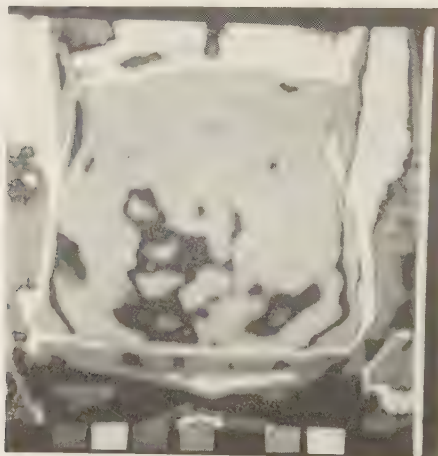


Abb. 106: Trennung der Wärmezonen über 2 Grad
Temperaturunterschied
Der rechte Unterbauch ist der Umgebung
gegenüber noch kühler.

A. K.: (Arch.-Nr. 238 580)

Histo.: Akute ulceröse Appendicitis mit
stellenweiser phlegmonöser Durchsetzung der
Appendixwand.

Das Thermogramm zeigt eine symmetrische Verteilung
der wärmsten Zonen.

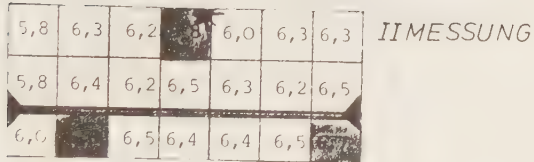


Abb. 107:



Abb. 108: Auf der Thermofolie sind nur
Gefäße sichtbar.

S. I. : (Arch.-Nr. 238 646)

Histo.: Keine akute Appendicitis

Das Thermogramm stellt die wärmsten Zonen am Mc-Burney dar.

7,3		7,5	7,3	7,0	7,6	6,9	I MESSUNG
7,2	5,3		7,6	7,4	7,8	7,3	
6,3	7,5	7,7	7,8		7,2	6,3	

7,3		7,7	7,5	7,2	8,0	7,3	II MESSUNG
7,3	7,6	8,0	7,9	7,6	8,0	6,6	
6,5	7,8	8,0	8,0	7,3	6,4		

Abb. 109:

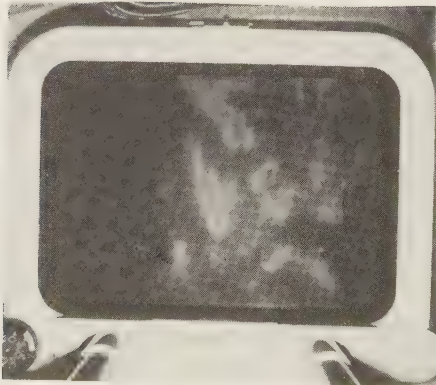


Abb. 110: Die Thermofolie zeigt nur Gefäße

K. G.: (Arch.-Nr. 211 573)

Histo.: Lymphknoten ohne Besonderheiten. Appendix mit Zeichen vorangegangener entzündlicher Veränderungen und Hyperämie der Subserosa, keine akute Appendicitis.

Das Thermogramm zeigt die wärmsten Zonen unterhalb der Verbindungslinie zwischen den spinae iliacae.

I. MESSUNG

2,5	1,9	1,3	1,0	1,4 *	1,5	1,4	1,5	2,2	3,0
2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	1,5	1,7	2,0	2,0	2,5
2,9	3,1	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6	2,5	2,9	3,5
3,3	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,5	3,5	3,5

II. MESSUNG

2,5	2,1	1,3	1,1	1,3 *	1,5	1,5	1,8	2,4	3,0
2,5	2,4	1,9	1,6	1,6	1,7	1,4	1,6	2,3	3,2
3,0	2,8	2,5	2,2	2,5	2,7	2,6	2,3	2,8	3,4
3,2	3,5	3,4	3,4	3,2	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4

Abb. 111: Beide Messungen in Rückenlage

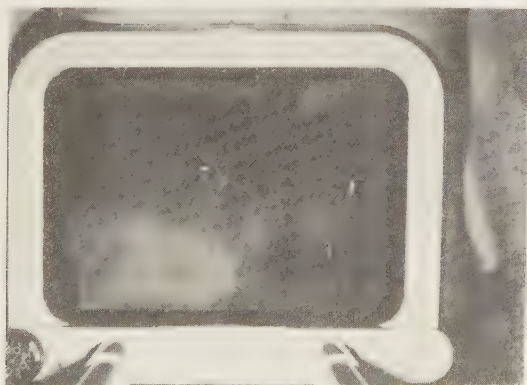


Abb. 112:

K. G. Die Infrarotkamera zeigt ein symmetrisches
Wärmebild (Abb. 113 - 115)

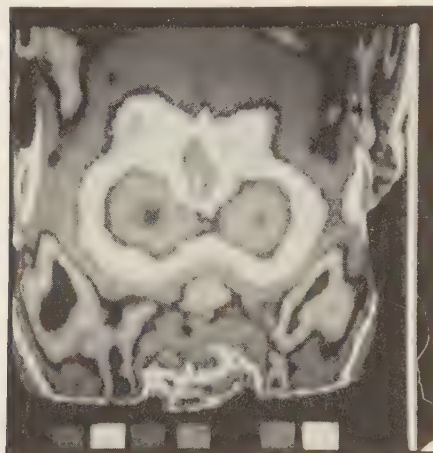


Abb. 113: Trennung : 1 Grad

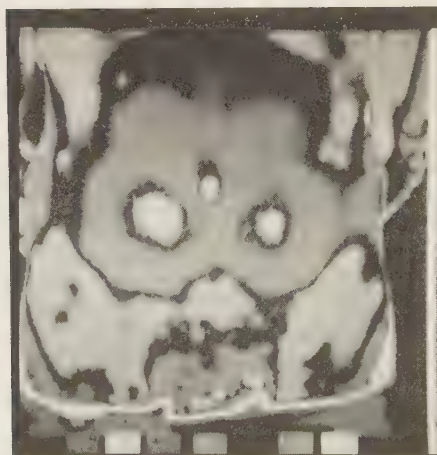


Abb. 114: Trennung : 2 Grad

F. G.

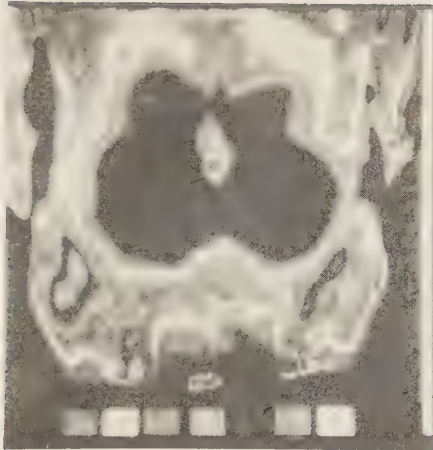


Abb. 115: Trennung : 0,5 Grad

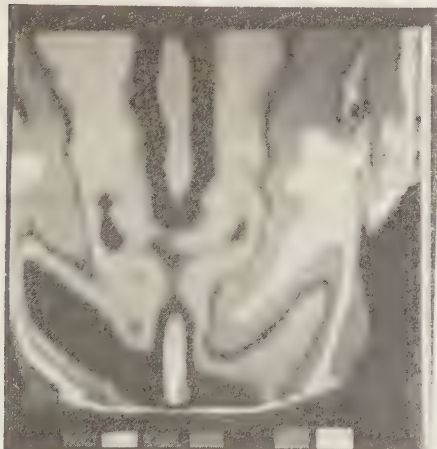


Abb. 116: Thermographierter Rücken
Trennung : 1 Grad

H.J. K.: (Arch.-Nr. 237 684)

Histo.: Akute ulcerophlegmonöse Appendicitis
mit stellenweiser fibrinös eitriger Periappen-
dicitis.

RÜCKENLAGE

4,6	4,5	4,4		4,1	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
4,6	4,5	4,4	4,6	3,8	3,6	4,3	4,5	4,7	4,6
4,7	4,7	4,6	4,6		4,3		4,4	4,3	4,7
4,1	4,7		4,5	4,3	4,2	4,2	4,5	4,7	4,5
4,1	4,2	4,2	4,4		4,0	4,1	4,5		4,3

LINKE
SEITENLAGE

4,3	4,4	4,4	4,4	4,2	4,3	4,5	4,5	4,5	4,3
4,6	4,5	4,3	3,7	3,8	2,9	3,3	4,5	4,3	4,3
4,5	4,4	4,5	4,3	4,3	3,3	4,4	4,2	4,1	4,2
4,1	4,4		4,5	4,3	3,7	4,3	4,1	4,3	4,3
3,9	3,9	4,3	4,5	4,5	3,6	3,3	4,0	4,4	4,2

Abb. 117 :

Das Thermogramm zeigt nur vereinzelte warme Zonen.



Abb. 118 :

B. L.: (Arch.-Nr. 237 941)

Histo.: Akute ulcerophlegmonöse Appendicitis
mit fibrinös eitriger Periappendicitis.

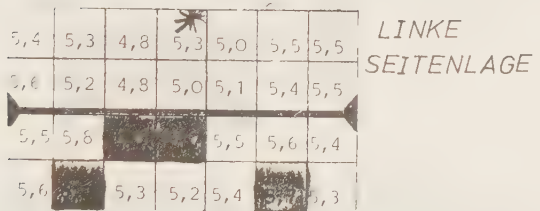


Abb. 119: Wärmste Zonen im Unterbauch

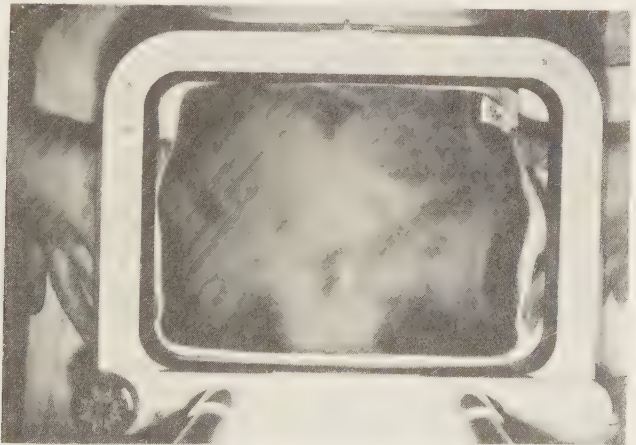


Abb. 120: Die selbstklebende Thermofolie
zeigt nur Gefäße

T. B. : (Arch.-Nr. 238 494)

Histo.: Akute ulceröse Appendicitis mit beginnender phlegmonöser Durchsetzung der Appendixwand.

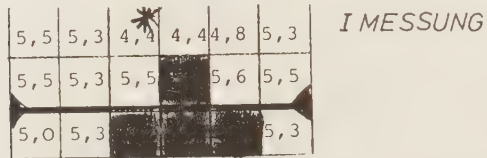


Abb. 121

Das Thermogramm zeigt die wärmsten Zonen in der mittleren Unterbauchgegend.

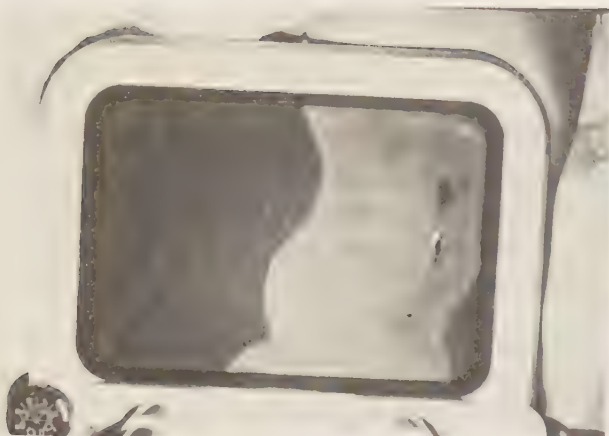


Abb. 122: Mit der Thermofolie sind nur Gefäße zu erkennen.

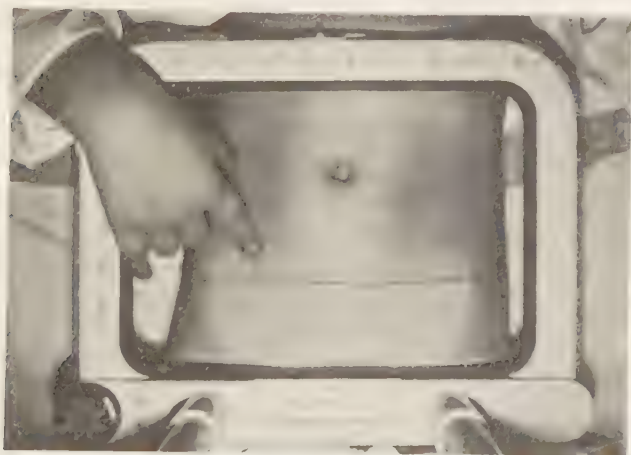


Abb. 123: Der Patient zeigt auf die schmerzhafteste Stelle

3) Ergebnisse mit den verschiedenen Methoden

Thermoelement:

Mit dem Thermoelement wurden 50 Patienten mit Verdacht auf akute Appendicitis untersucht. Der histologische Befund des Wurmfortsatzes ergab bei 22 Kranken eine akute Appendicitis, bei 28 Operierten keine akute Entzündung.

Bei den 22 Patienten mit akuter Appendicitis konnte durch das Thermoelement bei 8 Kranken = 36 % ebenfalls eine akute Appendicitis vorausgesagt werden, während bei 14 Operierten = 64 % die Diagnose keine akute Appendicitis gestellt wurde.

Bei 19 von 28 Patienten, die nach der feingeweblichen Untersuchung keine akute Appendicitis hatten, konnte der histologische Befund bestätigt werden. In 9 Fällen wurde eine falsch positive Diagnose gestellt.

Thermofolie:

Mit Hilfe der Thermofolie wurden die gleichen 50 Patienten untersucht. Bei dieser Untersuchung stellte sich heraus, daß es nicht gelingt, einen entzündeten Wurmfortsatz darzustellen. Die Gründe hierfür werden in der Diskussion dargestellt.

Infrarotkamera:

Mit dieser Methode wurden 16 Patienten untersucht. Der histologische Befund des Appendix ergab bei 5 Operierten eine akute Entzündung, bei 11 Kranken keine akute Appendicitis.

Eine richtig positive Diagnose konnte mit der Infrarotkamera bei keinem Patienten gestellt werden. Mit der Infrarotkamera wurden alle Patienten mit akuter Blinddarm-entzündung falsch negativ diagnostiziert. Bei den 11 Operierten ohne akute Appendicitis konnte mit der Infrarotkamera scheinbar die richtige Diagnose gestellt werden.

Tabelle 1:

Diagnosegenauigkeit von Thermoelement, Thermofolie und Infrarotkamera in der Erkennung einer Appendicitis, gemessen am histologischen Untersuchungsbefund des Wurmfortsatzes.

Anzahl der Patienten mit
akuter Appendicitis

22

Anzahl der Patienten ohne
akute Appendicitis

28

Präoperative Diag-
nose gestellt durch:

	richtig	falsch	richtig	falsch
Thermoelement:	8 = 36 %	14 = 64 %	19 = 68 %	9 = 32 %
Thermofolie:	0	22 = 100 %	28 = 100 %	0

Anzahl der Patienten mit
akuter Appendicitis

5

Anzahl der Patienten ohne
akute Appendicitis

11

	richtig	falsch	richtig	falsch
Infrarotkamera:	0	5 = 100 %	11 = 100 %	0
Total: (bezogen auf 116 Untersuchungen:	8 = 7 %	41 = 35 %	58 = 50 %	9 = 8 %

Tabelle 2:

Diagnosegenauigkeit bei 116 Untersuchungen

Diagnose

	richtig	falsch
Anzahl der Untersuchungen	8	41
	58	9
	66 = 57 %	50 = 43 %

Insgesamt ergaben sich in der Diagnostik der Appendicitis mit den Methoden der Thermographie 57 % richtige und 43 % falsche Vorhersagen. Thermoelement, Thermofolie und Infrarotkamera sind daher zur Verbesserung der präoperativen Diagnostik einer Appendicitis unbrauchbar.

III. DISKUSSION

Unter einer Appendicitis versteht man die "enterogene, allergische, hämatogene, mechanische (Kotstein) oder lymphatische Entzündung des Wurmfortsatzes verschiedener Schweregrade." 16)

Sie gilt als häufigste chirurgische Abdominalerkrankung.

Die uneinheitliche Symptomatologie kommt zustande durch:

- unterschiedliche morphologische Befunde und Verlaufsformen,

- variierende Lokalisation,
- Vielzahl primärer Komplikationsmöglichkeiten,
- altersbedingte Unterschiede.

Die ätiologischen Möglichkeiten reichen von der familiären Disposition über Allergie, Trauma, generalisierte lymphatische Reaktion, Wurminfekt bis zum enterogenen Infekt.

Als spezielle Formen kennt man noch:

Die frühkindliche Appendicitis, die Altersappendicitis, die Schwangerschaftsappendicitis und die Wochenbettappendicitis.

Typische Symptome:

- Mc Burney- oder Lanz-Schmerzpunkt (Abb. 124)
- schmerzhaftes Sherrens-Dreieck und Abwehrspannung (Abb. 125)
- Rovsing-Schiebeschmerz von links
- Blumberg-Loslaßschmerz
- Douglas-Schmerz rechts mehr als links
- Leukozytose
- rektal-axillare Temperaturdifferenz

Weiterhin sind typisch:

- Brechreiz
- Erbrechen
- belegte Zunge

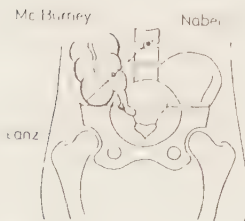


Abb. 124:
Appendicitis
Typische Druck-
punkte (16)

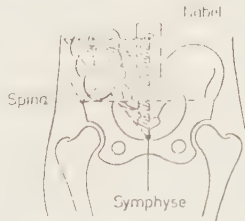


Abb. 125:
Sherrens-Dreieck (16)

Alle Entzündungen sind charakterisiert durch die klassischen Symptome:

Rubor, Tumor, Calor, Dolor und Functio laesa.

Nach Reifferscheid müssen diese Symptome nicht alle gleichzeitig vorhanden sein (16).

Geht man davon aus, daß eine entzündete Appendix ihrer Umgebung gegenüber wärmer ist und diese Wärme nach außen durch die Bauchdecke abgestrahlt wird, so taucht die Frage auf, ob es gelingt, diese erhöhte Wärmeabstrahlung mit Hilfe empfindlicher Meßgeräte zu registrieren und darzustellen. Man kann heute auf verschiedene Art und Weise Temperaturunterschiede messen. In dieser Untersuchung werden verschiedene Meßmethoden dargestellt, ihre klinische Anwendbarkeit bei Verdachtsdiagnose - Akute Appendicitis - beschrieben und ihre Aussagekraft diskutiert.

a) Allgemeine Wärmephysiologie

Die im Körper gebildete Wärme, also auch diejenige eines entzündeten Organs, wird konvektiv mit dem Blutstrom an die Haut transportiert. Unter Wärmekonvektion versteht man den Transport der Wärme mittels eines bewegten Mediums, wie z. B. Wasser oder Luft.

Der Gesamtwärmestrom, der an die Umgebung abgegeben wird, ist als eine Summe von Teilströmen aufzufassen, die sich zusammensetzt aus:

1. Leitung und Konvektion
2. Strahlung
3. Verdunstung

Nach HENSEL findet bei einer Lufttemperatur von 20 Grad folgendes Abstrahlungsmuster statt:

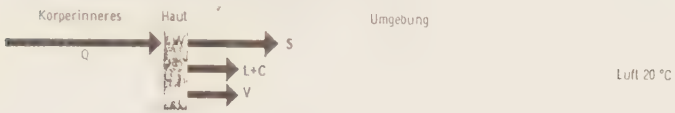


Abb. 127:

Die Länge der Pfeile veranschaulicht die Größe des Wärmestromes. Q = Wärmebildung im Körper und Abfluß zur Haut. S = Wärmestrom durch Strahlung. $L + C$ = Wärmestrom durch Leitung und Konvektion. V = Wärmestrom durch Wasserverdunstung. (10)

Das bedeutet, daß die in unseren Untersuchungen festgestellte Temperatur der Wärmestrommenge entspricht, die hauptsächlich durch Strahlung abgegeben wird. Wie aus der Graphik weiter zu entnehmen ist, entspricht diese Strahlungsmenge nur einem Teil der im Körper gebildeten und nach außen transportierten Wärmemenge.

Es bleibt außerdem ungeklärt, welchem Einfluß oberflächlich verlaufende Gefäße auf das Wärmebild ausüben, und somit eine sichere Lokalisation einer entzündeten Appendix fraglich machen.

b) Entwicklung der Thermographie

W. Henschel (1738 - 1822) entdeckte mit Temperaturmessungen jenseits des roten Anteils des sichtbaren Lichtes um 1800 die Infrarotstrahlung. Er entwickelte ein Thermogramm durch Registrierung der Wärmestrahlung und bewies, daß die unsichtbaren Wärmestrahlen denselben Gesetzen unterliegen wie das sichtbare Licht.

Um die 30er Jahre interessierten sich Industrie und Militär immer mehr für die Infrarot-Technik; damit bekamen die neueren Forschungen weiteren Auftrieb.

Das Verfahren, bei dem die Temperatur einer Oberfläche gemessen wird und dabei diese Oberfläche in direktem Wärmeaustausch mit einem Indikator steht, wird als Thermographie bezeichnet (21).

c) Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden

Thermoelement

Mit dem Thermoelement kann die Temperaturen jeder Stelle des Körpers gemessen werden, ohne daß man direkten Hautkontakt haben muß. Den gleichen Vorteil hat auch die Infrarotkamera, deren Nachteil jedoch im hohen Anschaffungspreis liegt. Das Thermoelement ist leicht zu handhaben, kann überall hin transportiert werden, sodaß man vor allem bettlägerige Patienten leicht erreichen kann.

Kombiniert man das Gerät mit einem Digitalschreiber, so kann man innerhalb weniger Minuten Oberflächentemperaturen messen, ohne daß gewartet werden muß, bis sich die Nadel an der Skala eingependelt hat.

Mißt man die Temperaturen eines bestimmten Bereiches, so hat man keine genauen Vorstellungen, wo im Augenblick der Messung die wärmste bzw. die kälteste Zone liegt, weil man sich derart konzentrieren muß, mit dem Thermoelement gleichmäßigen Abstand zu halten und die Temperaturen über den vorher einzuzeichnenden Feldern zu messen.

Nach Durchführung einer Messung müssen die Temperaturen auf Karten übertragen werden. Diese graphische Darstellung ist notwendig, um sich einen Überblick zu verschaffen. Diesen Nachteil besitzen die Infrarotkamera und die Thermofolie nicht. Bei allen Methoden kann auf eine Abkühlung der zu vermessenden Körperzone nicht verzichtet werden. Die Infrarotkamera und die Thermofolie geben sofort einen optischen Eindruck der unterschiedlichen

Temperaturzonen wieder.

Das Thermoelement ist seit einem Jahr auf dem Markt. Es liegen uns bisher keine klinischen Ergebnisse mit diesem Gerät vor.

Unsere präoperative Diagnostik mit Hilfe des Thermoelements unterlag folgenden Kriterien: Die freigemachte Bauchdecke mußte nach einer Abkühlungszeit von mindestens 10 Minuten eine zusammenhängende Zone von 3 bis 5 Quadraten am Mc - Burney mit Temperaturen über 35,0 Grad aufweisen, um eine akute Appendicitis vorauszusagen.

Traten solche Zonen auch auf der linken Bauchfläche auf, so wurde keine akute Appendicitis diagnostiziert. Temperaturen unter 35,0 Grad am Mc - Burney waren nach der Messung mit dem Thermoelement ebenfalls keine akute Appendicitis.

Für die Thermographie ist wichtig, daß möglichst wenig Wärme des zu diagnostizierenden Organs von anderen Körperteilen "abgefangen" wird. Die Appendix ist aufgrund ihrer Topographie gegenüber mehr an der Oberfläche liegenden Organen für die Thermographie benachteiligt. So ist die unterschiedliche Dicke des Bauchfetts, der platten und geraden Bauchmuskeln, sowie die unmittelbare Nachbarschaft zur arteria iliaca communis bzw. arteria iliaca externa und interna ein Unsicherheitsfaktor für die Treffsicherheit in der präoperativen Diagnose. Zusätzlich wird die Diagnose durch die Lagevariationen der appendix vermiformis erschwert. So wird der Wurmfortsatz z. B. auch retrocaecal gefunden.

2. Thermofolie

Wenn es gelingt, die Thermofolie vollständig auf den zu untersuchenden Körperbereich aufzuliegen, treten die Farben schnell und mit hoher Trennschärfe hervor.

Der Rahmen, in den die Folie eingespannt ist, führt aber dazu, daß die Thermofolie nicht vollständig einem unebenen Untergrund aufliegt. Dieser Nachteil wäre zu beheben, wenn man die Thermofolie selbstklebend herstellen würde.

Aufgrund unserer Untersuchungen an 50 Kranken mit diesem Gerät kamen wir zu dem Schluß, daß damit, auch wenn die Haut mit einem Kaltluftgebläse oder mit Alkohol abgekühlt wird, nur oberflächlich verlaufende Gefäße dargestellt werden können.

Wir erwarteten, daß sich mit der Thermofolie ein wärmerer Bezirk am Mc - Burney darstellen lassen würde. Dies gelang bei keinem Patienten. Daher war mit dieser Methode keine Aussage möglich. Wenn warme Zonen am Mc - Burney auftraten, dann fand man solche auch an anderen Körperstellen. Mit der Thermofolie konnten auch keine kutanen Projektionsgebiete der entzündeten Appendix über viszero-kutane Reflexe dargestellt werden.

Die Plattenthermographie wird hauptsächlich in der Mammadiagnostik angewandt. Gegenüber der Appendicitisdiagnostik besteht aber der Unterschied, daß die Folie z. B. strahlenförmig konvergierende oder sonstige atypische Gefäße an der Mammo darstellt, die auf einen möglichen Tumor hinweisen.

Bei unseren Untersuchungen traten keine atypischen Gefäßzeichnungen auf, selbst stark hervortretende Gefäße sah man bei Kranken mit akuter Appendicitis wie bei Patienten ohne entzündeten Wurmfortsatz. (Vergl. S. 59 Abb. 69, S. 73 Abb. 96, S. 79 Abb. 108)

Die Diagnosegenauigkeit bei der Mammo - diagnostik wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Tricoire(22, 23, 24) erreicht auf Grund von über 8000 Unter-

suchungen der weiblichen Brust eine Treffsicherheit von rund 87 %. Von anderen Autoren wird diese Diagnosegenauigkeit nicht erreicht; bei ihnen wird die Zahl der falsch positiven Befunde zu 60 % angegeben. (1,7)

Die Plattenthermographie, wie insgesamt alle thermographischen Untersuchungsmethoden, besitzen zwei Fehlerquellen: Abhängigkeit von dem Organ, das man als gesund oder krank diagnostizieren will, zum anderen unterliegt die Thermographie subjektiven Über- bzw. Unterinterpretationen. Sie wird jedoch als zusätzliche, wenn auch nicht abschließliche Untersuchungsmethode bewertet (7, 11, 13, 14).

In diesem Sinne wird sie bei der Diagnostik des Plazentasitzes, bei der Diagnostik von Knochentumoren sowie Knochenmetastasen und der Erkrankung der Schilddrüse verwendet (3,4).

Wegen der guten Darstellung bei Veränderungen der Haut oder unmittelbar darunterliegenden Organe eignet sich die Thermofolie auch bei der Intrakutantestung zur Verbesserung der Untersuchungsmethode (8), ferner zur eindeutigen Lokalisation insuffizienter Cokett'scher Vv. perforantes(9). Bei Verdacht auf Geschwulstbildung im Bereich der Hoden, der Nebenhoden und des Gliedes wird die Thermofolie ebenfalls empfohlen. (20)

3) Infrarotkamera

Der größte Vorteil bei der Infrarotkamera liegt in der bequemen Handhabung: Man muß den Patienten nur vor die Kamera stellen. Nach Einstellung der Optik und der Elektronik kann unter Umständen ein Befund erhoben werden. Die untersuchten Körperzonen werden auf einem Bildschirm dargestellt und können von einer aufmontierten Kamera abgelichtet werden.

Von der Firma Siemens AG, UBMed, Erlangen, kann die Bofors-Infrarotkamera mit Polaroidfilm-Ansatz bezogen werden. Der Kamerateil tastet das Temperaturfeld des Meßobjektes punkt- und zeilenweise ab und bildet ähnlich wie ein Fernsehgerät auf einem Bildschirm die örtlich verschiedenen Strahlungsintensitäten des Objektes in Form von Helligkeitsunterschieden ab. Normalerweise werden niedrige Temperaturen durch dunkle Grautöne und höhere Temperaturen durch helle Töne dargestellt, jedoch ist auch eine umgekehrte Darstellung zur Verbesserung der Kontraste möglich. Das Gerät erlaubt ferner die Einblendung einer Isotherme; d. h. einer Temperaturniveaueurve, die sich als weiße Linie auf dem Bildschirm darstellt. Sie läßt sich auf ein beliebig wählbares Temperaturniveau bringen und trennt dann deutlich die Gebiete, deren Temperatur höher ist als die Temperatur dieser Isothermen. Die in unseren Versuchen verwendete Kamera der Firma AGA (Schweden) besitzt dieselben oben beschriebenen Eigenschaften. Sie hat jedoch zusätzlich noch ein Farbfiltersystem, mit dem die unterschiedlichen Wärmezonen farbig mit einem Photoapparat abgelichtet werden können. Die Darstellung auf dem Bildschirm bleibt jedoch schwarz-weiß. Die bequeme Handhabung hat auch ihren Preis, der bei diesen Modellen zwischen 100 000 und 130 000 DM liegt.

Die Anwendung war bei unserem Patientengut allerdings beschränkt, da man nicht jedem Patienten mit einer akuten Appendicitis zumuten konnte, sich 10 Minuten in einen kühlen Raum mit entblößtem Bauch zu stellen.

Bei den Untersuchungen mit der Infrarotkamera konnte kein einziger Fall mit Sicherheit als akute Appendicitis vorausgesagt werden. Man konnte sich zwar über die Isothermen oft in der Nähe des Mc - Burney eine wärmere Zone darstellen, jedoch tauchten diese Isothermen auch in anderen Körperregionen auf.

Eine finnische Arbeitsgruppe (15) versuchte ebenfalls die präoperative Diagnose "akute Appendicitis" mit Hilfe der Thermo-

graphie zu sichern.

Bei dieser Untersuchung wurden 27 Patienten, 17 Frauen und 10 Männer, mit einer Infrarotkamera untersucht. (Aga Thermovision Modell 551).

Dabei wurde eine Temperaturdifferenz von 2 Grad oder höher als Vorhandensein einer Entzündung angesehen.

Bei 17 Patienten = 63 % konnte die richtige Diagnose gestellt werden. Bei unseren Untersuchungen konnte bei den 11 Patienten, die keine akute Appendicitis hatten scheinbar zu 100 % eine richtige Diagnose gestellt werden (Vergl. S. 66 Abb. 82). Bezogen auf die Gesamtzahl der mit der Infrarotkamera untersuchten Kranken wurde eine richtige Voraussage zu 69 % gemacht.

Die finnische Arbeitsgruppe stellte bei 3 Patienten mit eindeutigen klinischen Befund keine Temperaturdifferenzen fest. Ein Patient hatte an der Stelle, von der die Symptome ausgingen, eine Temperaturdifferenz von 5 Grad gegenüber seiner Umgebung, hatte jedoch keine Appendicitis.

Auch bei unseren 5 Patienten mit akuter Appendicitis wurde keine Temperaturdifferenz festgestellt, sodaß alle falschdiagnostiziert wurden. (Vergl. S. 44 Abb. 45) Die Gründe weshalb mit der Infrarotkamera eine ebenso niedrige Treffgenauigkeit erreicht wird, sind die gleichen, wie sie schon beim Thermoelement angeführt wurden, nämlich die für die Thermographie ungünstige topographische Lage der Appendix u. die nicht objektivierbare Interpretation von Thermogrammen.

Dies beweist auch der Versuch einer amerikanischen Arbeitsgruppe (12):

Man ließ 11 Thermographie-Experten und 9 röntgenologische Laien 150 Thermogramme von zuvor mammographisch und über Probeexcision abgeklärte Fälle auswerten.

Je nach Wärmeintensität (schwarz = heiß, weiß = kalt) sollte lediglich beurteilt werden, ob es sich um positive, negative oder technisch unvollkommene Thermogramme handelte, die über

eine Infrarotkamera hergestellt werden.

Ergebnis:

Expertengruppe: Richtig positive Voraussage: 23,8 %

Falsch positive Voraussage: 43,6 %

Laiengruppe: Richtig positive Voraussage: 30,1 %

Falsch positive Voraussage: 47,4 %

In jedem Fall übertraf somit die Quote der falsch positiven diejenige der zutreffend positiven Aussagen.

Die Fehlerquellen, die bei der subjektiven Interpretation von Thermogrammen auftreten, können möglicherweise mit Hilfe eines Computers reduziert werden (5).

Dieser analysiert auf Grund komplizierter Berechnungen die Temperaturverteilung und liefert sog. Asymmetrie-Parameter, die für den auswertenden Arzt ein zusätzliches Verdachtskriterium sind.

Bothmann (1) hält die Plattenthermographie der elektronischen Thermovision für weit überleben. Dies ist nicht zuletzt in dem hohen Anschaffungspreis und der verkleinerten Abbildungsfläche begründet.

Andererseits gelingt es mit der Kamera, jede Körperstelle zu thermographieren, was mit der Folie nicht immer möglich ist. Weiterhin ist die Elektronik der Kamera in der Lage, die Wärmefelder mit variablen Temperaturdifferenzen darzustellen.

4) Cholesterinkristalle

Der Vorteil beschränkt sich lediglich darauf, daß man die Cholesterinmischung direkt auf die Haut auftragen kann.

Das Verfahren ist aber derzeit zu umständlich, als daß man es in der Klinik anwenden könnte. Hinzu kommt noch, daß die unterschiedlichen Farben relativ unscharf gegeneinander hervortreten. Aus diesen Gründen konnte dieses Verfahren nicht zur Appendicitisdiagnostik herangezogen werden.

Bereits 1966 versuchte Selawry (18, 19), die Flüssigkristalle in der Medizin diagnostisch zu verwenden. Er wandte das von uns wieder aufgegriffene Verfahren an, indem er, be-

vor er die Cholesterinkristalle auftrug, die Haut mit einer schwarzen Grundierschicht bedeckte. Zur mangelnden Praktikabilität bei Routineuntersuchungen kommt noch der Nachteil, daß die Flüssigkristalle nur einmal zu verwenden sind, die Befunde infolge Unschärfe unsicher machen und der empfundene Farbeindruck vom Betrachtungswinkel abhängig ist.

Aus unseren Untersuchungen bei der Appendicitis Diagnostik mit Hilfe von Thermoelement, Plattenthermographie, Infrarotkamera und Cholesterinmischkristallen sowie dem Studium der Literatur ergibt sich, daß diese verschiedenen Untersuchungsmethoden für eine Verbesserung der Appendicitis Diagnostik ungeeignet sind. Sie sind nur geeignet, um entzündlich oder bösartig verändertes Gewebe darzustellen, das in unmittelbarer Nähe der Haut liegt.

Die dabei erhaltenen Befunde unterliegen subjektiven Kriterien.

IV Zusammenfassung

Vom 06.09.1976 bis zum 16.11.1976 wurden 78 Patienten, die in ununterbrochener Folge in die Poliklinik der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen wegen Schmerzen im Abdomen untersucht wurden, thermographiert. Die Kontinuität der Untersuchung aller Patienten war durch Funkruf möglich.

Von diesen 78 Kranken mußten 50 wegen dringenden Verdachtes auf akute Appendicitis operiert werden. Die restlichen 28 durften entweder wieder nach Hause oder wurden in die Frauenklinik bzw. in die urologische Abteilung überwiesen.

Der histologische Befund der Appendix ergab bei 22 Patienten eine akute Appendicitis, bei 28 keine akute Entzündung des Wurmfortsatzes. Alle 50 Kranken wurden mit dem Thermoelement und der Thermofolie untersucht, 16 davon mit der Infrarotkamera.

Mit dem Thermoelement konnte von 50 Operierten

bei 8 Patienten = 16 % eine richtig positive Diagnose

bei 14 Patienten = 28 % eine falsch negative Diagnose

bei 19 Patienten = 38 % eine richtig negative Diagnose

bei 9 Patienten = 18 % eine falsch positive Diagnose
gestellt werden.

Die Thermofolie ließ bei den gleichen Patienten keine Aussage zu.

16 Kranke wurden mit der Infrarotkamera untersucht. Der feingewebliche Befund der Appendix ergab bei 5 Operierten eine akute Entzündung, bei 11 keine akute Appendicitis. Wir stellten mit der Infrarotkamera 5 = 31 % falsch positive und 11 = 69 % richtig negative Diagnosen.

Die Untersuchung bei der Appendicitisdiagnostik mit Hilfe der Thermographie ergeben beim Thermoelement zu 54 % richtige Diagnosen, bei der Infrarotkamera zu 69 % richtige Voraussagen. Die Thermofolie ist für diese Untersuchungen ungeeignet. Nach unseren Ergebnissen ist die Diagnosegenauigkeit der Thermographie zu gering. Die Appendicitisdiagnostik kann mit thermographischen Untersuchungsmethoden nicht verbessert werden.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- 1.) Bothmann, G. und Kubli, F.: Die Flüssig-Kristall-Thermographie.
Fortschr Med 2, 48-49 (1974).
- 2.) Fergason, J. L.: Liquid crystals.
Sci Am 211, 77-79 (1964).
- 3.) Fochem, K. und Pflanzner, K.: Eine neue Untersuchungsmöglichkeit der Mamma: Die Plattenthermographie.
Wien klin Wochenschr 86, 664-666 (1974).
- 4.) Fochem, K. und Pflanzner, K.: Indikationsmöglichkeiten der Plattenthermographie.
Röntgen-Berichte 4, 169-174 (1975).
- 5.) Friedli, P.: Computer soll Thermographie aufwerten.
Medical Tribune 39, 44 (1976).
- 6.) Ganssen, A.: Medizinische Thermographie.
Röntgenpraxis 24, 97-102 (1971).
- 7.) Geißler, K.-H., Rummel, W., Weishaar, J. und Kindermann, G.: Erste Erfahrung mit der Plattenthermographie nach Tricoire bei der Diagnostik von Erkrankungen der Brustdrüse.
Geburtshilfe Frauenheilkd 34, 307-311 (1974).
- 8.) Gloor, M., Geißler, H., Müller-Pittner, C. und Friedrich, H. C.: Infrarotphotographie und Plattenthermographie beim Intrakutantest.
Berufsdermatosen 22, 99-107 (1974).

- 9.) Gloor, M. und Vielhauer, E.: Über den Wert der Plattenthermographie nach Tricoire für die phlebologische Diagnostik.
Phlebol. u. Proktol. 3, 200-208 (1974).
- 10.) Keidel, W. D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, 228-229 (1973).
- 11.) Kucera, H., Kubista, E., Müller-Tyl, E. und Reinhold, E.: Erweiterung der Mammadiagnostik durch Plattenthermographie.
Der Praktische Arzt 29, 22-28 (1975).
- 12.) Moskowitz, M.: Thermographie für Mamma-Screening unmöglich. Medical Tribune 42, 57 (1976).
- 13.) Mühlberger, G., Lauth, G. und Kalbfleisch, H.: Die Wertigkeit der Plattenthermographie in der Mammadiagnostik.
Münch Med Wochenschr 47, 2047-2054 (1974).
- 14.) Müller, R., Barth, V. und Heuck, F.: Plattenthermographie der Mamma.
Dtsch Med Wochenschr 3, 72-76 (1974).
- 15.) Peltokallio, P., Svinhufvud, U., Rantakaulio, M. und Varjoranta, K.: The significance of thermography in the diagnosis of acute abdominal disease.
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 125, 164-171 (1975).
- 16.) Reifferscheid, M., Chirurgie, 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, 390-391 (1972).

- 17.) Saegesser, M.: Spezielle chirurgische Therapie,
8. Auflage, Hans Huber Verlag Bern Stuttgart
Wien, 605 (1972).
- 18.) Selawry, O. S.: Molecular Crystals 1, 495-497 (1966)
zit. b. Tricoire, T.: La thermographie en plaque.
Pr. med. 78, 2481-2482 (1970).
- 19.) Selawry, O. S., Selawry, H. S. und Holland, J. F.:
Liquid Crystals, Mol. Cryst. 1, 495-502 (1969).
- 20.) Sillo-Seidl, G.: Plattenthermographische Untersuchungen an den männlichen äußeren Geschlechtsorganen.
Urologe A 15, 126-127 (1976).
- 21.) Tepe, H.-J. und Tricoire, J.: Plattenthermographie in der Medizin.
Das ärztliche Gespräch, 7-10, Troponwerke Köln (1973).
- 22.) Tricoire, J.: La thermographie en plaque.
Pr. med. 78, 2481-2482 (1970).
- 23.) Tricoire, T., Mariel, L., Amiel, P.: Thermographie et diagnostic des petites tumeurs du sein.
Nouv. Presse med. 2, 1117-1119 (1973).
- 24.) Tricoire, J., Mariel, L., Amiel, J. P., Poirot, G., Lacour, J. und Farbisowicz, S.: Thermographie en plaque de 300 malades atteintes d'affections variees du sein.
Pr. med. 78, 2483-2487 (1970).

L e b e n s l a u f: Gustav B r a u n

Am 10. Dezember 1946 wurde ich als Sohn von Albert Braun und seiner Frau Alice Braun, geb. Reisgies in Günzburg geboren.

Von 1953 an besuchte ich die Volksschule in Ulm-Donau. Dort trat ich 1957 in das Humboldt-Gymnasium ein, an dem ich am 30.05.1968 die Reifeprüfung ablegte.

Oktober 1968 immatrikulierte ich mich an der Eberhard-Karl Universität Tübingen in den Fächern Biologie und Leibes-erziehung. Die Zwischenprüfung bestand ich im Herbst 1970. Dieses Studium brach ich nach dem Wintersemester 1971/72 ab.

Im Mai 1972 immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg im Fach Zahnmedizin. Das Vorphysikum bestand ich im Februar 1973, das Physikum im September 1974.

Am 7. Februar 1975 heiratete ich die Studienreferendarin Ros-witha Ulmer. Am 23. Mai 1977 wurde unser Sohn Alexander geboren. Das zahnärztliche Staatsexamen legte ich am 20.07.1977 ab.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990